

INDICE	Página
INTRODUCCIÓN.....	2
1ª PARTE.	
1. LA TERMOGRAFÍA.....	3
1.1 Definición de la termografía.....	2
1.2 Inicio e historia de la termografía.....	2
1.3 Evolución.....	7
2. LA TERMOGRAFIA EN LA ACTUALIDAD.....	10
2.1 Tipos de cámaras.....	10
2.2 Aplicaciones de la termografía en la actualidad.....	12
2.2.1 Aplicaciones.....	12
2.2.2 Utilización de la TERMOGRFÍA para la detección y diagnóstico de las humedades.....	16
2.3 Metodología.....	20
2.4 Normativa.....	22
2ª PARTE.	
3.CASO PRÁCTICO (Cuartel de Artillería "Jaime I el Conquistador).....	31
3.1 Estudios previos.....	32
3.1.1 Situación histórica.....	32
3.1.2 Constitución y evolución de "El barrio del Carmen".....	33
3.1.3 Origen y evolución del Cuartel de Jaime I el Conquistador.....	49
3.1.4 Incidencia Social.....	57
3.1.5 Evolución Constructiva.....	59
3.1.6 Estado y usos actuales.....	77
3.2 Estudio patológico de humedades por medio de la termografía.....	81
3.2.1 Datos generales.....	81
3.2.2 Condiciones ambientales y meteorológicas.....	83
3.2.3 Datos de instrumentación.....	87
3.2.4 Estudio termográfico.....	89
3.2.5 Diagnóstico.....	105
CONCLUSIÓN.....	107
BIBLIOGRAFÍA.....	108
ANEXOS.....	109

## INTRODUCCIÓN.

El concepto de proyecto fin de carrera consiste en plasmar sobre un tema concreto todos los conocimientos adquiridos mediante una carrera universitaria, en este caso el tema elegido ha sido "El estudio patológico de humedades por medio de la termografía".

A través de este estudio lo que se pretende es utilizar la tecnología de la termografía, es decir, la captación de radiación infrarroja y su posterior digitalización en una imagen, para la detección y diagnóstico de las diferentes humedades que se pueden presentar en una edificación.

El objeto de análisis en el cual hemos puesto en práctica esta técnica de intervención ha sido el Pabellón nº 4 perteneciente al Cuartel de Jaime I el Conquistador situado en la calle Cartagena número 74 de la ciudad de Murcia, conocido popularmente como "Cuartel de Artillería". Es un edificio militar de estilo Neomudéjar, considerado BIC (Bien de Interés Cultural) que data de la primera mitad del siglo XX. Dada la condición de este edificio como parte de un BIC, se ha tenido en cuenta la premisa de "mínima intervención y máximo respeto del bien" utilizando la metodología descrita en <La restauración objetiva. (Método SCCM de restauración monumental)> por Antoni González Moreno-Navarro.

Para la realización y documentación de este proyecto, se ha llevado a cabo un periodo de formación mediante un convenio de prácticas en el Centro Tecnológico de la Construcción de la Región de Murcia, el cual me proporcionó el uso de la maquinaria necesaria para el desarrollo del mismo. (ver anexos: Doc 1). A su vez se ha desempeñado una exhaustiva labor de investigación que me ha llevado a visitar el Archivo Militar de la Comandancia de Obras y Servicios nº2 de Granada (AMC2G) con el objetivo de obtener documentación original y planimetría del edificio. Durante la toma de datos se ha cumplido con las exigencias especificadas en la normativa EN 13187:1998 avalada por el Comité Europeo de Normalización. (ver anexos: Doc 2).

El proyecto ha sido dividido en dos partes por orden de ejecución. En la primera parte se plantea el conocimiento teórico acerca de la termografía y su evolución, y en la segunda parte se presenta el caso práctico en el que se aplican los conocimientos expuestos anteriormente.

# 1 LA TERMOGRAFÍA

## 1.1 Definición de la termografía

La termografía, se define como una técnica que permite medir temperaturas exactas y sin necesidad de establecer un contacto físico con el objeto a estudiar. Utilizando maquinas termográficas o de termovisión, se puede convertir la energía radiada (radiación infrarroja) en información sobre temperatura, obteniendo imágenes, donde cada color se asocia a la temperatura en cada punto. De esta forma, se permite la detección de problemas sin un contacto directo antes de que se produzca el fallo, esto permite inspeccionar grandes áreas de forma rápida para identificar problemas potenciales, así como ser utilizada tanto para paredes, cerramientos o instalaciones (eléctricas, climatización, etc.).

Para la correcta interpretación de la termografía es de suma importancia conocer el concepto de la emisividad, ya que ésta varía según el material y la superficie del objeto a estudiar, proporcionándonos datos completamente distintos entre sí que difieren en función de este valor:

**La emisividad:** es el valor medido de la capacidad de un objeto para emitir energía infrarroja. Cuando más caliente es un objeto, más energía infrarroja emitirá. La emisividad puede tener un valor de 0 (espejo brillante, reflector perfecto) a 1,0 (radiador de Planck, emisor perfecto). La mayoría de las superficies orgánicas, pintadas u oxidadas tienen valores de emisividad cercanos a 0,95. Los valores de emisividad se fijan previamente, ajustando el valor en función del material a inspeccionar. Estos valores vienen normalmente predefinidos en la cámara termográfica o pueden fijarse de forma manual obteniéndolos de tablas (Tabla 1). La mayoría de objetos observados suelen tener diferentes temperaturas que los objetos de su entorno. Esto significa que o los objetos tienen fuentes de energía en su interior o que han sido calentados o enfriados antes de la observación. También

Material	Emisividad ( $\epsilon$ )
Cuerpo negro	1
Piel humana	0.98
Agua	0.98
Amianto	0.95
Cerámica	0.95
Barro	0.95
Cemento	0.95
Tejido	0.95
Grava	0.95
Papel	0.95
Plástico	0.95
Goma	0.95
Madera	0.95
Cobre (oxidado)	0.68
Acero inoxidable	0.1
Cobre (pulido)	0.02
Aluminio (pulido)	0.05

TABLA 1: Tabla de emisividad de diferentes materiales.

TABLA 1: <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/31411-La-termografia-en-la-industria-del-plastico.html>

Pablo J. Cabeza Martínez

destacar que durante la observación la temperatura de los objetos puede variar, esto es debido a que normalmente la condición de equilibrio térmico no llega a cumplirse

Para poder interpretar estas temperaturas se deben conocer previamente todos los procesos que producen estos cambios de temperatura en los objetos. A continuación se definen brevemente las diferentes **formas de transmisión de calor**, con el objetivo de que el lector tenga el conocimiento necesario para la correcta interpretación de este proyecto.

**·Radiación:** Es el fenómeno mediante el cual se produce la transmisión de ondas electromagnéticas a través del espacio, sin la necesidad de mantener un contacto directo. Todo cuerpo que esté a una temperatura superior al 0 absoluto ( $-273.5^{\circ}\text{C}$ ) emite radiaciones electromagnéticas, hecho que aprovechamos mediante la termografía para poder captar a distancia la distribución y de temperatura de determinadas superficies.

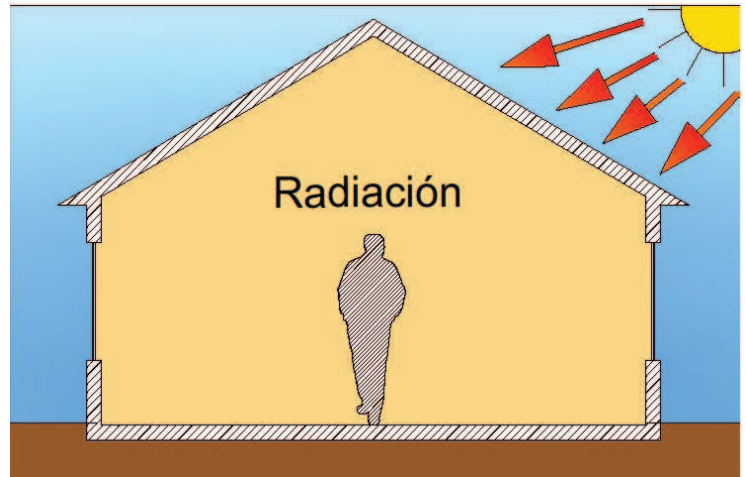


IMAGEN 1: Esquema transmisión de calor por Radiación.

**·Conducción:** es un proceso de transmisión de calor basado en el contacto directo entre dos cuerpos. No existe intercambio de materia, por lo que el calor fluye desde un cuerpo con mayor temperatura a otro a menor temperatura estando en contacto con el primero. En nuestros análisis termográficos tendremos en cuenta que materiales tales como los aislantes térmicos modifican notablemente la transmisión del calor por conducción en los edificios.

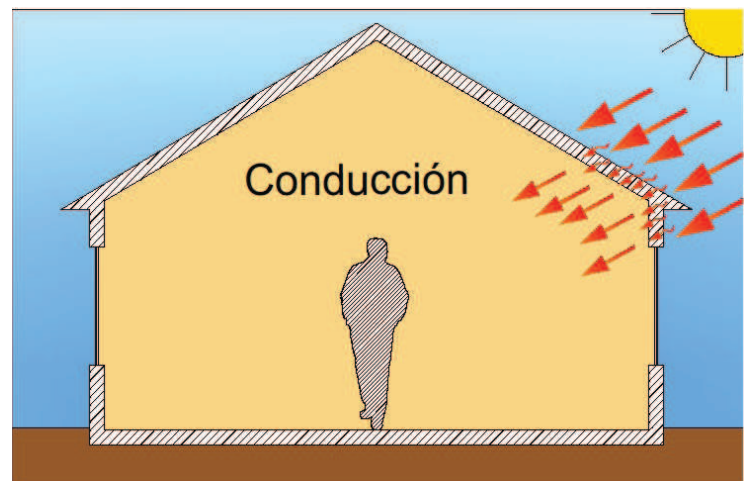


IMAGEN 2: Esquema transmisión de calor por Conducción.

Esto nos facilitará la localización de los mismos así como posibles irregularidades.



**·Convección:** es una de las tres formas de transmisión de calor la cual se caracteriza porque se produce a través de un fluido (líquido o gas). Éste transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. Lo que se llama convección en sí, es el transporte de calor por medio del movimiento del fluido, en el que el fluido caliente tiende a ir hacia arriba mientras que el fluido frío pasa a ocupar el lugar del caliente desplazando este último hacia abajo.

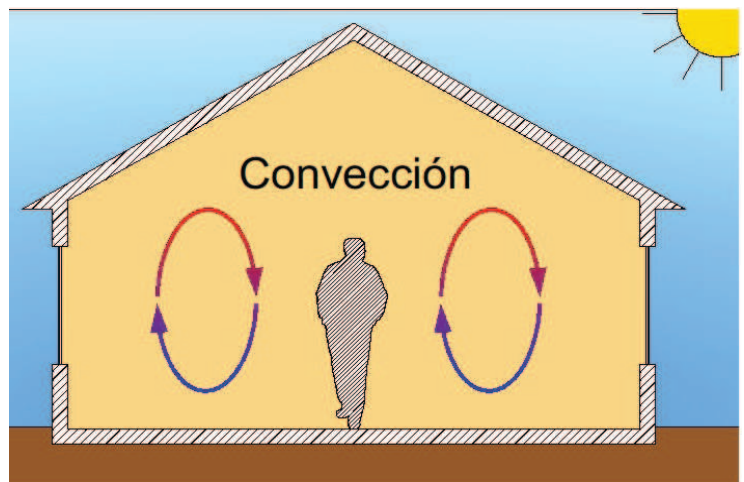


IMAGEN 3: Esquema transmisión de calor por Convección.

## 1.2 Inicio e historia de la termografía

El origen principal de esta tecnología, se basa prioritariamente en la captación de la radiación infrarroja. La radiación infrarroja es un tipo de radiación electromagnética y térmica que transmite menos cantidad de energía que el espectro electromagnético visible al ojo humano. Su rango de longitudes de onda va de los 0,7 a los 1000 micrómetros, mientras que el espectro visual se sitúa en el intervalo entre los 0.4 y 0.7 micrómetros, por lo que es totalmente inocua e inofensiva. Este tipo de radiación se puede clasificar de acuerdo a su longitud de onda de la siguiente manera:

- Infrarrojo cercano (de 800 nm a 2500 nm)
- Infrarrojo medio (de 2.5  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$ )
- Infrarrojo lejano (de 50  $\mu\text{m}$  a 1000  $\mu\text{m}$ )

**NOTA: nm – nanómetro**

**$\mu\text{m}$  – micrómetro**

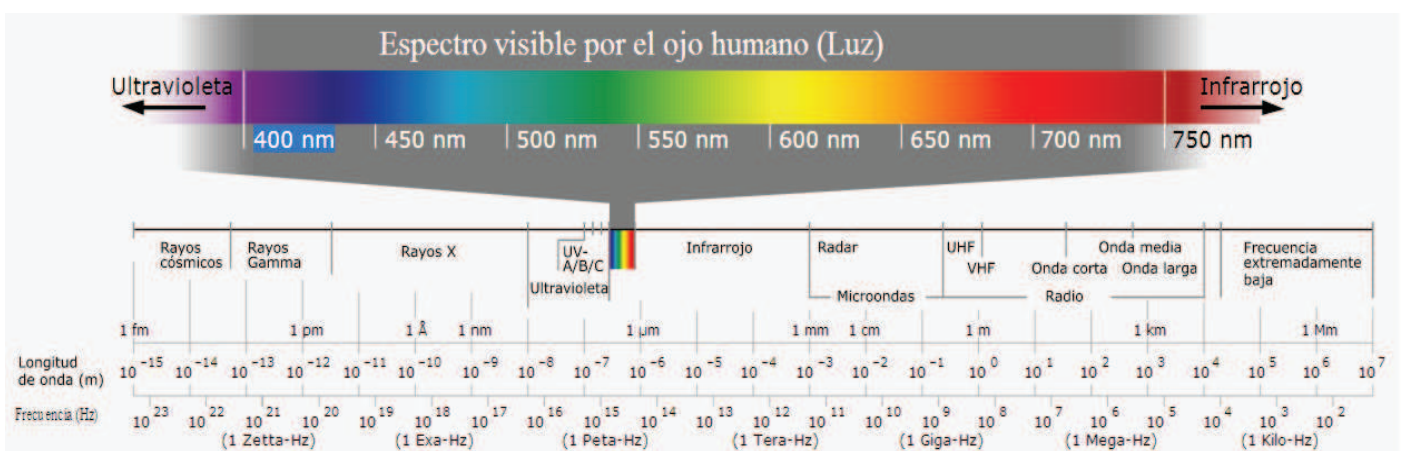


IMAGEN 4: Espectro electromagnético

IMAGEN 4: [http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_electromagn%C3%A9tico](http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagn%C3%A9tico)

Pablo J. Cabeza Martínez

La radiación infrarroja fue descubierta por el astrónomo y músico alemán: Frederick William Herschel. A lo largo de su carrera, fueron numerosos sus descubrimientos en el del campo de la astronomía. Entre ellos destaca el descubrimiento del denominado planeta Urano. También se le atribuye la construcción del hasta el momento y durante mas de 50 años, telescopio más grande del mundo, con el que realizó numerosos descubrimientos adicionales (a los poco minutos de ponerlo en funcionamiento ya había descubierto una de las lunas de Saturno).



IMAGEN 5: Frederick William Herschel

Siendo un físico profesional en el campo de la óptica y la captación de luz, en el año 1800, y casi de forma accidental, descubre la existencia de la radiación infrarroja (=luz infrarroja). Este descubrimiento se produjo durante la realización de un experimento en el que estudiaba las propiedades de las distintas bandas del espectro de la luz solar con ayuda de un termómetro de mercurio. Para ello, descompuso la luz solar con un prisma obteniendo los colores que la forman.

A continuación se dedicó a realizar la medición de las temperaturas correspondientes a cada una de las zonas de distinto color. Para su sorpresa, observó que el termómetro muestra el mayor aumento de temperatura en una banda inmediatamente contigua a la banda roja del espectro visible. Herschel dedujo de manera correcta a partir de este hecho, que se trataba de la manifestación de una luz invisible para el ojo humano.

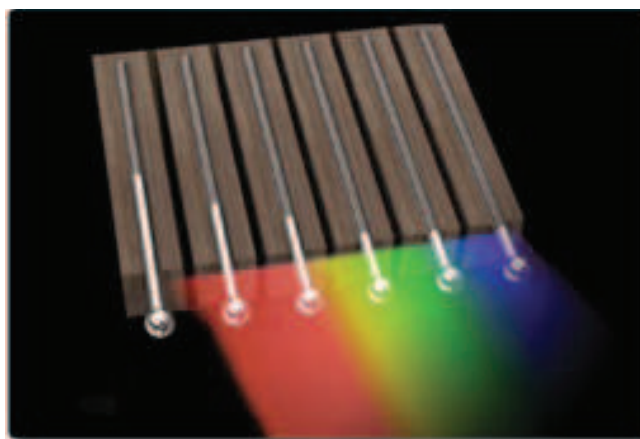


IMAGEN 6: Experimento de temperatura de los colores.

Consecuentemente, decidió denominarla "ultrarroja", es decir situada más allá del rojo. (El nombre de infrarroja se refiere a la frecuencia de dicha luz, la cual es menor según se avanza a lo largo del espectro de la luz visible desde el extremo violeta al rojo).

IMAGEN 5: [http://www.ipac.caltech.edu/outreach/Edu/Herschel/herschel\\_bio.html](http://www.ipac.caltech.edu/outreach/Edu/Herschel/herschel_bio.html)

IMAGEN 6: <http://www.docshomehealthcare.com/news.htm>

Pablo J. Cabeza Martínez

### 1.3 Evolución

Después de que Herschel descubriera la radiación infrarroja en el siglo XIX, los primeros logros técnicos, alrededor de 1920, posibilitaron la medición de dicha radiación.

A mediados del siglo XX se desarrollaron los primeros sistemas de captación de la radiación infrarroja, compuestos por varias unidades modulares de gran tamaño que formaban conjuntos pesados y difíciles de manejar. El sensor estaba compuesto por una aleación de diferentes elementos como HgCdTe (Mercurio telurio de cadmio) que por medio del "efecto fotoeléctrico" (alteración de componentes electrónicos al recibir el impacto de la radiación infrarroja), producían una señal en él. Esto permitía distinguir las diferencias e irregularidades de temperatura sobre la superficie del cuerpo, en función de la emisión de radiación infrarroja producida por el mismo.

El inconveniente que tenía esta técnica, era que el sensor se calentaba por lo que era necesario un potente sistema paralelo de refrigeración, que a su vez evolucionó con el paso del tiempo optimizando su rendimiento basado en ciclos termodinámicos.

Durante la Segunda Guerra Mundial, las propiedades de la radiación infrarroja, se usaron principalmente para temas militares con la invención de los misiles guiados por infrarrojos. Tras la guerra, el desarrollo avanzó rápidamente. La empresa Sueca AGA (Actualmente conocida como FLIR Systems, a la cabeza de todo tipo de tecnología termográfica) lanzó al mercado la primera cámara termográfica para propósitos civiles y comerciales en 1960.

En la década de los ochenta apareció otra tecnología que revolucionó el mundo de la medida de temperatura sin contacto. Se desarrollaron los sensores de efecto térmico o también llamados microbolómetros\*. La captación se realiza mediante la temperatura obtenida de un detector iluminado por la fuente a estudiar. Estos detectores, a diferencia de los anteriores, utilizaban el efecto térmico de la radiación infrarroja para variar las condiciones eléctricas de una microresistencia compuesta por un material semiconductor, y así, obtener una señal proporcional a la potencia del infrarrojo recibido. Esta tecnología ya no necesitaba ningún tipo de refrigeración y por tanto se pudo reducir de manera asombrosa el tamaño y el peso de los sistemas termográficos.

Numerosos avances técnicos, un progreso importante en el campo de la tecnología informática y la llegada de la era digital en la mitad de los 90 provocaron la rápida evolución de las cámaras. Hoy día estos sistemas tienen el tamaño de una cámara portátil y pueden ser manejados con una sola mano.

*\*<Los bolómetros resistivos constituyen la clase más difundida de detectores térmicos. Se construyen generalmente de materiales semiconductores tales como el diamante sintético, germanio, silicio amorfo, óxido de vanadio; óxidos complejos como el YBCO; y termistores como óxidos de manganeso, cobalto y níquel.> (Dr. Hernan Pastoriza 2010, pag 8 ).*





## 2 LA TERMOGRAFÍA EN LA ACTUALIDAD

### 2.1 Tipos de cámaras

Actualmente existen dos tipos de detección de la radiación infrarroja en los cuales se basan las distintas tipologías de cámaras térmicas: *<Los métodos electrónicos y los métodos térmicos o bolométricos.*

*En los métodos electrónicos, los fotones interactúan directamente con los electrones del material produciendo excitaciones electrónicas.*

*En los métodos bolométricos la radiación calienta el detector, y lo que se mide es la variación de alguna propiedad física con la temperatura.>*

*(Dr. Hernan Pastoriza 2010, pag 4)*

#### **Métodos electrónicos o sistemas refrigerados:**

Son detectores infrarrojos con refrigeración criogénica a temperaturas muy por debajo de los 0°C, contenidos en un recipiente sellado al vacío. Estos detectores suelen ser altamente precisos debido a que la temperatura ambiental no puede interferir con el sensor de calor. La gran diferencia térmica crea un notable aumento de sensibilidad con respecto a los detectores que trabajan a temperatura ambiente.



IMAGEN 7: Cámara termográfica refrigerada

Si el detector no fuera refrigerado criogénicamente, la temperatura ambiental del mismo interferiría en las lecturas de temperatura recibidas por el detector.

Las ventajas de los detectores criogénicos son:

- Alta sensibilidad. (Pueden detectar temperaturas de 0.01°C)
- Permiten acoplar ópticas potentes para observar objetos lejanos.

IMAGEN 7: <http://www.camarastermograficas.es/productos.html>

Pablo J. Cabeza Martínez

Las desventajas de los detectores criogénicos son las siguientes:

- El consumo elevado de energía para enfriar el detector ( $\sim 10$  vatios)
- El alto coste económico en la fabricación de los semiconductores especiales, sellado al vacío de los recipientes y elaboración del refrigerador criogénico.
- Tiempo de enfriamiento del sensor del detector a la temperatura óptima de operación. ( $\sim 7$  minutos)

Esta tipología de sistemas de detección de radiación infrarroja, es utilizada exclusivamente por las fuerzas armadas y de seguridad, debido a su alto coste económico.

### **Métodos bolométricos o Sistemas no refrigerados:**

Este tipo de detectores no utilizan la refrigeración criogénica, sino que trabajan a temperatura ambiente. Los más modernos usan sensores que funcionan captando los cambios de las diferentes propiedades eléctricas del material del cuerpo emisor. Estos cambios (de corriente, voltaje o resistencia) son medidos y comparados con los valores de temperatura de operación del sensor. Los sensores pueden estabilizarse a una temperatura de operación, por encima de los  $0^{\circ}\text{C}$ , para reducir las interferencias de percepción de imagen, y es por eso que no requiere equipos de enfriamiento.



Las ventajas de estos detectores son:

IMAGEN 8: Cámara termográfica no refrigerada

- Su menor coste con respecto a los criogenizados .
- Menor tamaño.

Las desventajas de estos detectores son:

- Menor sensibilidad y resolución con respecto a los criogenizados.
- Necesidad de ópticas con gran apertura, lo que limita su uso a objetos cercanos.

Dado que en este campo se están produciendo avances constantes, las prestaciones de estas cámaras se están acercando a las de los sistemas con refrigeración.

IMAGEN 8: <http://www.instaladoresdetelecomhoy.com/camara-termografica-con-pantalla-tactil/>

Pablo J. Cabeza Martínez

## 2.2 Aplicaciones de la termografía en la actualidad.

### 2.2.1 Aplicaciones

En sus comienzos, como ya se ha comentado anteriormente, el principal uso de la tecnología infrarroja se utilizaba única y exclusivamente con fines militares.

A diferencia de las cámaras convencionales que dependen de la luz para obtener una imagen, esta tecnología supuso un gran avance, ya que mediante una cámara térmica se podía captar las diferencias de temperatura mínimas y convertirlas en una imagen térmica nítida, en la que se pueden detectar hasta los mínimos detalles.

Al contrario que otras tecnologías, como la amplificación de luz, que necesita de una mínima cantidad de luz para poder generar una imagen, la termografía puede “ver” en la oscuridad total, sin necesidad de ningún tipo de luz. Estas características permiten, en aplicación militar, la capacidad de ver y detectar posibles amenazas en total ausencia de luz, así como, a través de la niebla, la lluvia y la nieve; incluso permite ver a través de un campo de batalla totalmente cubierto de humo.



IMAGEN 9: Aplicación militar de la termografía

En este caso, utilizamos la radiación infrarroja que desprenden los diferentes cuerpos a observar, como se aprecia en la imagen del tanque, los helicópteros o el avión. Hablando de termografía utilizar el término “ver” sería incorrecto, lo correcto sería decir que captamos la radiación infrarroja y la representamos mediante una determinada paleta de colores en una pantalla.

IMAGEN 9: [http://www.termografia.es/firmas\\_termicas.html](http://www.termografia.es/firmas_termicas.html).

Actualmente la posibilidad de adquirir instrumentos de elevadas prestaciones a un precio cada vez más barato, ha permitido a la termografía acceder a un espectro muy amplio de aplicaciones civiles de diferentes ámbitos, como por ejemplo:

- **Aplicaciones de la termografía en Medicina**

La termografía aplicada a la medicina, es una técnica no invasiva, que permite al médico visualizar y cuantificar los cambios en la temperatura superficial de la piel.

Un dispositivo de exploración infrarroja se utiliza para convertir la radiación infrarroja, emitida desde la superficie de la piel, en una imagen termográfica ó termograma. El espectro de colores indica el aumento o disminución de la cantidad de radiación infrarroja que se emite desde la superficie del cuerpo. Puesto que existe un alto grado de simetría térmica en el cuerpo, la temperatura anormal e irregular, puede ser detectada fácilmente.

El mayor valor clínico de la termografía está en su alta sensibilidad a la patología en los sistemas vasculares, musculares, nervioso y óseo, y como tal puede contribuir al diagnóstico efectuado por el médico.

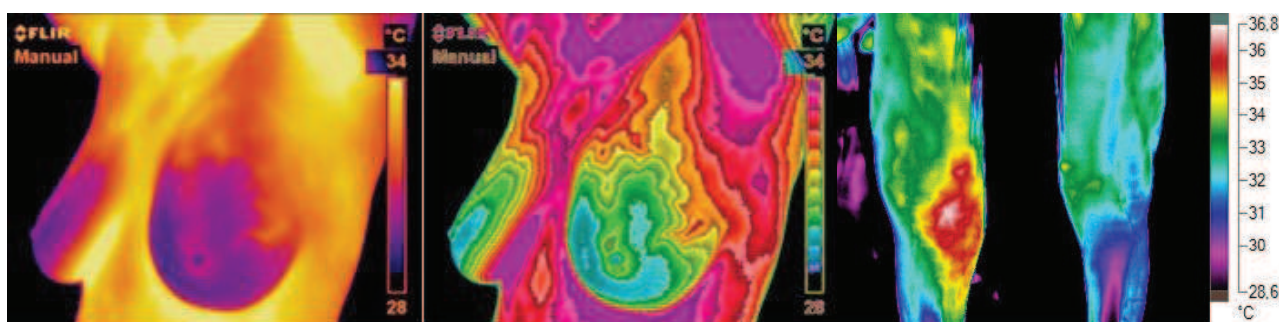


IMAGEN 10 y 11: Aplicación militar de la termografía

- **Mantenimiento predictivo en la industria.**

La gran mayoría de los problemas y averías en el entorno industrial (ya sea de tipo mecánico, eléctrico y de fabricación) están precedidos por cambios de temperatura que pueden ser detectados mediante la monitorización de temperatura con sistema de Termovisión por Infrarrojos. Con la implementación de programas de inspecciones termográficas en instalaciones, maquinaria, cuadros eléctricos, etc. es posible minimizar el riesgo de un fallo de equipos y sus consecuencias, a la vez que también ofrece una herramienta para el control de calidad de las reparaciones efectuadas.

IMAGEN 10: <http://salud.aollatino.com/2011/06/20/termografia-senos-no-sustituye-mamografia/>

IMAGEN 11: <http://ggjineteraid.blogspot.com.es/2011/07/termografia-equina.html>

Pablo J. Cabeza Martínez

El análisis mediante Termografía infrarroja debe complementarse con otras técnicas y sistemas de ensayo conocidos, como pueden ser el análisis de aceites lubricantes, el análisis de vibraciones, los ultrasonidos pasivos y el análisis predictivo en motores eléctricos. Pueden añadirse los ensayos no destructivos clásicos: ensayos, radiográfico, el ultrasonido activo, partículas magnéticas, etc.

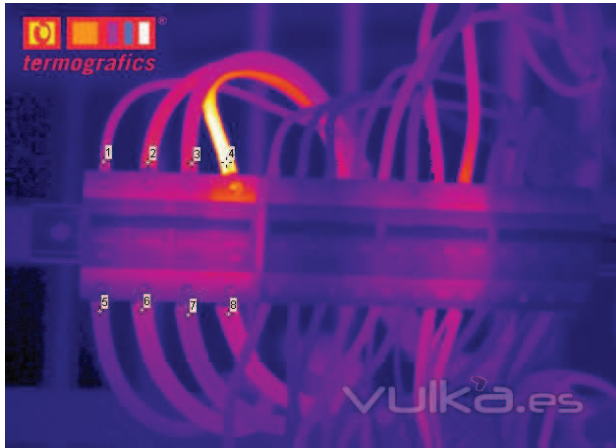


IMAGEN 12: Detección de un inminente fallo en cuadro eléctrico.

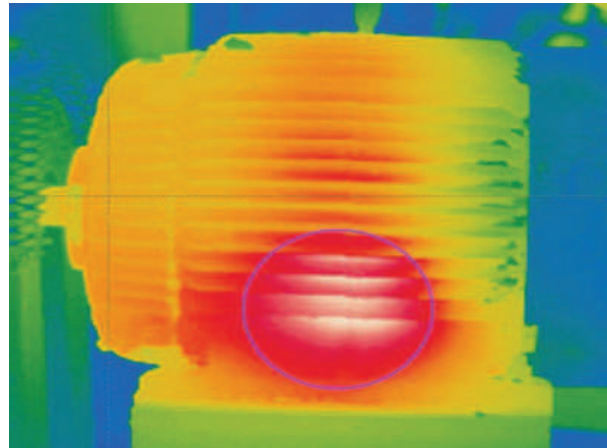


IMAGEN 13: Motor eléctrico en funcionamiento.

- **La termografía aplicada a la edificación.**

La técnica termográfica en este campo, se utiliza como herramienta de inspección no destructiva en la edificación, para localizar de una manera rápida y eficaz las deficiencias energéticas ó defectos constructivos que pueden presentar los cerramientos de las viviendas y edificios de núcleos urbanos.

Actualmente se exige una planificación, supervisión y documentación más exhaustiva en lo relativo a la ejecución de sellados y aislamientos térmicos, y se deben evitar situaciones de insalubridad producidas por enmohecimientos y humedades.

La Termografía proporciona la información necesaria para evitar estas costosas reparaciones. Además, para las constructoras ó aseguradoras, las imágenes térmicas de tales anomalías constituyen pruebas irrefutables a la hora de llegar a un acuerdo en caso de litigio y planificar las acciones correspondientes de reparación. La demanda de construcciones energéticamente eficientes está transformando profundamente el modo de afrontar los proyectos.

IMAGEN 12: [http://www.vulka.es/empresa/termografics\\_1437613.html](http://www.vulka.es/empresa/termografics_1437613.html)

IMAGEN 13: <http://www.fluke.com/fluke/ares/formacion/formacion/termografia/seminarios-en-l%C3%A1nea-de-termograf%C3%ADa.htm>

Pablo J. Cabeza Martínez



Para cumplir las nuevas normativas y exigencias energéticas es fundamental controlar los niveles de aislamiento térmico y estanqueidad de un edificio, manteniendo la eficacia de la ventilación y calefacción. En este contexto, la termografía es una herramienta muy eficaz para determinar un diagnóstico energético, para decidir las actuaciones a llevar a cabo y para comprobar la eficacia de su ejecución. Un edificio bien proyectado puede ser energéticamente ineficiente si no se controlan: la ejecución de los puentes térmicos, los niveles y colocación de los aislamientos o las infiltraciones de aire.

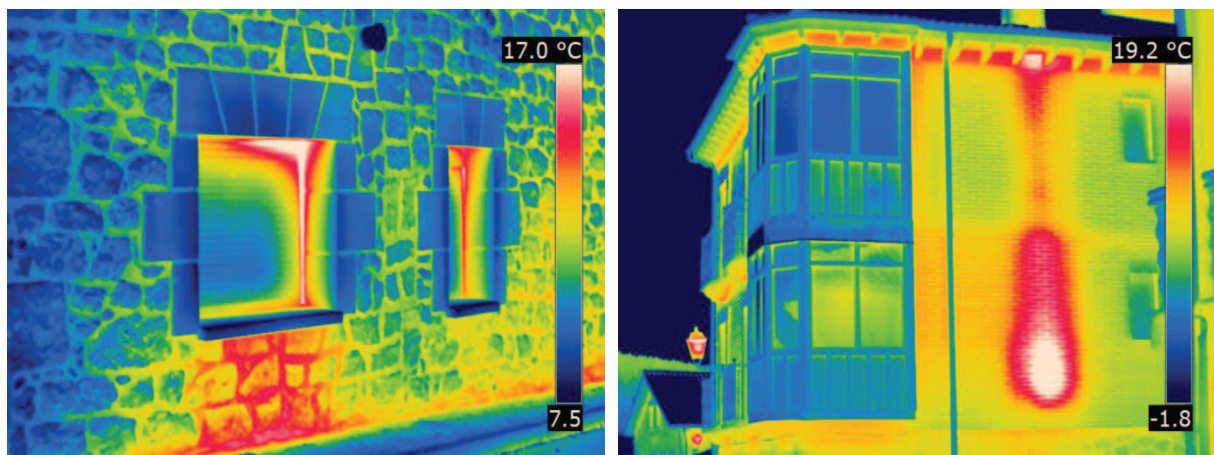


IMAGEN 14: Defectos de aislamiento en fachada

La inmediatez de la información visual que proporciona la termografía la hace muy adecuada tanto como para localizar y diagnosticar el estado de los edificios y defectos de ejecución, como para planificar las actuaciones a realizar.

La termografía, se convierte de este modo en una excelente herramienta de control para comprobar los aislamientos térmicos, puentes térmicos, humedades e infiltraciones. También permite bajo ciertas condiciones descubrir estructuras ocultas en las rehabilitaciones energéticas y artísticas.

IMAGEN 14: <http://www.termagraf.com/termografia/edificacion/>

Pablo J. Cabeza Martínez

### **2.2.2 Utilización de la TERMOGRFÍA para la detección y diagnóstico de las humedades.**

Dado el potencial y la versatilidad de una maquina termográfica, podemos utilizarla en diferentes ámbitos, obteniendo muy buenos resultados, ya que es un método de intervención nada intrusivo del cual obtenemos muchísima información.

En nuestro caso, podemos utilizar la máquina termográfica en diferentes pasos del proceso de detección y diagnóstico de las humedades. Los diferentes tipos de humedades a los que nos podemos presentar son los siguientes:

#### **HUMEDAD CAPILAR**

Las humedades por capilaridad se producen porque el agua pasa por capilaridad a los materiales porosos de la construcción (hormigones, morteros, maderas, materiales cerámicos, etc). La consecuencia es la ascensión de la humedad proveniente del subsuelo. Este tipo de humedades suben por poros y capilares evaporándose finalmente a la atmósfera y degradando las paredes. Los problemas de humedades por capilaridad, normalmente, están relacionados con la poca estanqueidad de los pilares y paredes de los edificios.

El problema : El agua que proveniente del subsuelo contiene sales disueltas. A medida que el agua se evapora, las sales disueltas cristalizan y se van depositando en el revoque de forma que este se degrada al igual que la pintura.

#### **HUMEDAD POR ROTURA DE INSTALACIONES O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS**

Humedad por accidentes o producida por defectos de diseño, mala construcción, falta de mantenimiento de la casa. Aparece cuando alguna conducción de agua sufre una rotura provocando el paso del líquido al cerramiento que lo contenía o que estaba próximo. Podemos llegar a distinguir varios subtipos en función de la causa que ha producido la rotura del conducto que, en principio, se pueden agrupar en tres:

- Rotura del conducto por sobretensión en el mismo debida a cambios dimensionales.
- Rotura por acción mecánica sobre el conducto. Se incluyen aquí el conjunto de acciones exteriores, normalmente puntuales, provocadas por el uso (o mal uso) del edificio y su entorno.
- Corrosión de los conductos metálicos, que puede ser debida al propio fluido que discurre por su interior a la aparición de pares galvánicos en el conducto, o a la aparición

de humedad sobre la superficie de los conductos que, ayudada por la falta de protección exterior de los mismos, acelera la corrosión por “inmersión” o por “aireación diferencial”. En cualquiera de los casos, la corrosión del tubo va disminuyendo la sección de sus paredes hasta que éstas no admiten la presión interior, o bien las tensiones de tracción o esfuerzo cortante.

### HUMEDAD POR CONDENSACIÓN

Las humedades de condensación suele aparecer en ambientes cerrados en donde hay gran condensación de agua como el lavabo o los dormitorios que se utilizan, debido a la generación de vapor mientras dormimos. Las causas principales del problema de humedades de condensación tenemos que buscarlas en la combinación de los siguientes factores:

-Ventilación deficiente: Actualmente las viviendas son muy estancas para evitar las pérdidas de calefacción, pero con ello también impedimos la renovación natural de forma continua del aire interior.

-Mal régimen de calefacción: El aire caliente admite más humedad en forma de vapor que el aire frío. Una mala regulación de la calefacción con variaciones bruscas de temperatura implica problemas de condensación: en paredes, ventanas, etc.

-Aislamiento térmico deficiente: Paredes mal aisladas, puentes térmicos, carpinterías y cristales son puntos fríos que permiten que la humedad ambiente del interior de la vivienda pase a estado líquido formado agua.

Se debe a bajas temperaturas en el exterior y calor y humedad ambiente en el interior. Si la pared no está convenientemente aislada, en la cara interna o en el mismo interior del muro se puede formar gotas de agua condensada, al tocar el aire húmedo interior una superficie fría.

Una humedad que por lo general se da en invierno; se ve en cristales y paredes con alto coeficiente de transmisión térmica; y provoca un deterioro en las condiciones de habitabilidad, proliferando las colonias de hongos que se extienden en las superficies.

### HUMEDAD POR FILTRACIÓN

Las filtraciones normalmente se observan por a la mala impermeabilización, o defectos estructurales, o defectos de los materiales de construcción o al desgaste de los mismos. Estos problemas de humedad en zonas concretas, debido al paso del agua por lluvia u otros efectos, causan goteras y humedades.

El problema: La humedad por filtración de agua tiene lugar por filtraciones laterales de agua y se dan tanto en sótanos de edificios antiguos como en edificios modernos con estructura de hormigón.

La humedad por filtración se agrava con la presencia de agua subterránea, pérdidas accidentales de agua. El agua de la lluvia y la acción de hielo-deshielo son las causas más comunes. El agua que discurre por la calle en los días de lluvia puede llegar a meter humedad en la casa si hay una inclinación incorrecta o insuficiente del remonte de protección. La consecuencia no es otra que la degradación estructural, la oxidación del hierro, la disgregación del revoco, la entrada de agua y evidentemente la creación de un ambiente malsano para las personas.

### ¿**COMO PODEMOS IDENTIFICAR LAS HUMEDADES?**

El proceso de evaporación de un líquido implica la absorción de energía térmica del medio en el que se encuentra, por ello las zonas húmedas o mojadas suelen tener una temperatura inferior a su entorno (por medio de la evaporación en una pared, puede aparecer una diferencia de temperatura de 2 a 6°C). Estas zonas se pueden detectar con una cámara termográfica debido a la diferencia de temperatura, esta variación puede ser detectada incluso si es menor de 0.1°C.

A continuación se muestra el ejemplo de una humedad en un techo de escayola desmontable, producida por un defecto en la cubierta que desencadenó la aparición de una gotera.

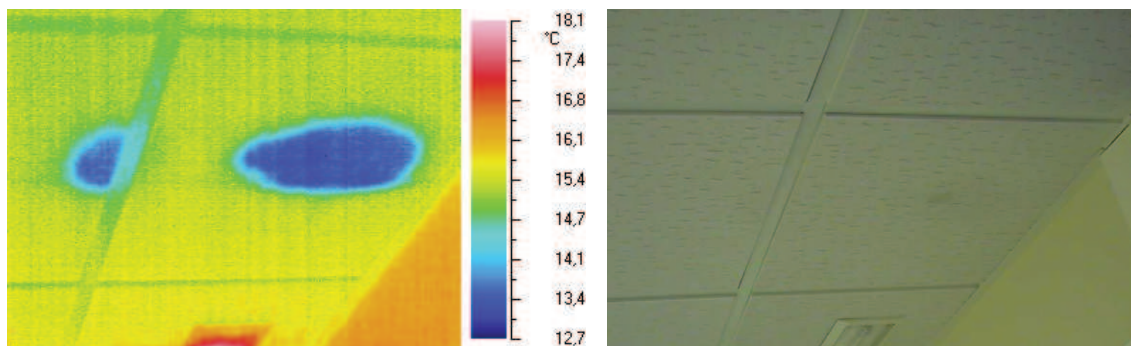


IMAGEN 15: Termografía de una gotera por fallo en cubierta

De esta forma podemos detectar el defecto antes de que degenere en mayores perjuicios, ya que a simple vista nos sería prácticamente imposible percatarnos de la deficiencia hasta que esta produjese un daño significativo. Con la utilización de la cámara térmica podemos detectar y localizar la patología con una considerable precisión.

El aire frío contiene menos humedad que el aire caliente, la humedad ambiental se condensa en las zonas más frías una vez ha alcanzado su punto de rocío (temperatura a la cual el vapor se condensa), por lo que un área fría podría ser un indicador de presencia de humedad. Para este caso observamos en la siguiente termografía, cómo en el encuentro de esquina de dos paramentos, se produce un puente térmico que provoca la disminución de temperatura en dicha zona. Este fenómeno provoca que se alcance el punto rocío desencadenando la humedad que puede apreciarse en la imagen visual.

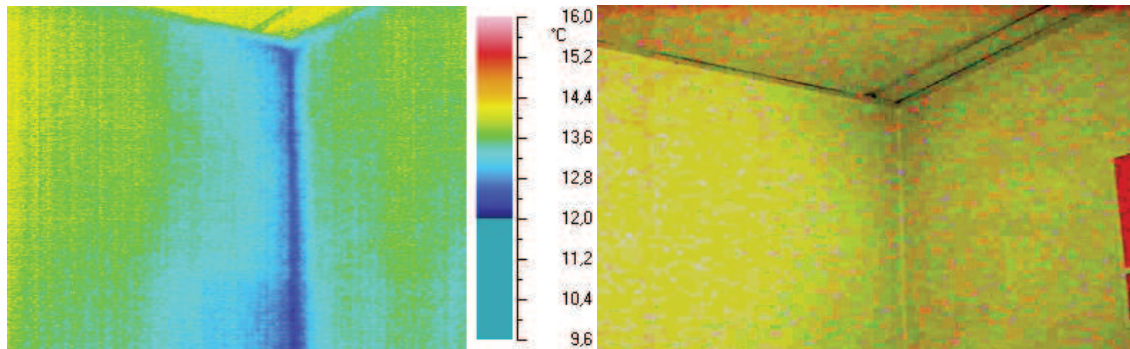


IMAGEN 16: Termografía de humedad por condensación

### **CAPACIDAD TÉRMICA DE UN MATERIAL**

La capacidad térmica se define como: cantidad de calor necesaria para elevar un grado la temperatura de una sustancia o un proceso termodinámico. A modo de ejemplo aquí se muestra una tabla con la capacidad térmica de diferentes materiales:

Material	Calor específico	Densidad	Capacidad calorífica volumétrica
	kcal/kg °C	kg/m³	kcal/m³ °C
<u>Agua</u>	1	1000	1000
<u>Acero</u>	0,12	7850	950
<u>Tierra seca</u>	0,44	1500	660
<u>Granito</u>	0,19	2645	529
<u>Madera de roble</u>	0,57	750	430
<u>Ladrillo</u>	0,2	2000	400
<u>Madera de pino</u>	0,6	640	384
<u>Piedra arenisca</u>	0,17	2200	374
<u>Piedra caliza</u>	0,22	2847	484
<u>Hormigón</u>	0,16	2300	350
<u>Mortero de yeso</u>	0,2	1440	288
<u>Tejido de lana</u>	0,32	111	35
<u>Poliestireno expandido</u>	0,4	25	10
<u>Poliuretano expandido</u>	0,38	24	9
<u>Fibra de vidrio</u>	0,19	15	2,8
<u>Aire</u>	0,24	1,2	0,29

TABLA 2: Capacidades térmicas de los materiales.



Ésta es otra de las variables a tener en cuenta a la hora de detectar humedades, ya que el valor de la capacidad térmica influye de forma significativa en el diagnóstico de la patología, puesto que nos indica cuanto tiempo el material puede mantener el calor y con qué velocidad lo disipa.

Por ejemplo, una zona húmeda al tener mayor cantidad de agua, aumenta su conductividad térmica. Se podría decir que una pared húmeda tiene casi la misma conductividad térmica que una de acero.

## 2.3 Metodología

En la mayoría de los casos (de un 80% al 90%) las medidas obtenidas por medio de una cámara termográfica, son **cualitativas**, basadas en la diferencia de temperatura. Una diferencia de temperatura es suficiente en la mayoría de los casos para mostrar una situación anómala. También podemos obtener medidas **cuantitativas**, bastante precisas sobre datos concretos de temperatura, aunque puede haber pequeñas variaciones causadas por cambios en las propiedades de los materiales, condiciones atmosféricas y otros factores que pueden distorsionar la toma de medidas. El tipo de lente que se utilice también es susceptible de causar desviaciones.

Durante el proceso, una imagen termográfica nos proporciona una rápida y fiel ubicación de las zonas afectadas por la humedad, debido a la diferencia de temperatura que presentan las mismas con respecto del entorno que las rodean. En áreas que se han visto afectadas por la humedad, en las cuales se pueden ver las características manchas y cercos blancos, diagnosticamos con facilidad si la humedad es activa (esta produciendo una deficiencia), es inactiva (ha dejado de afectar al material) o intermitente (unicamente activa cuando hay un aporte de agua).

Una vez realizada la toma de imágenes termográficas y conociendo las distintas características de los materiales del edificio, generamos un diagnóstico del origen de la aparición de la humedad. Dicha información ha de ser correctamente interpretada y contrastada, de ahí que se tenga que poner un especial interés en la correcta toma de datos para que los resultados sean óptimos. Un escaso conocimiento de esta tecnología puede inducirnos a grandes errores, por lo que hay que prestar atención a casos como la distinción entre un reflejo de la radiación infrarroja o una diferencia de temperatura.

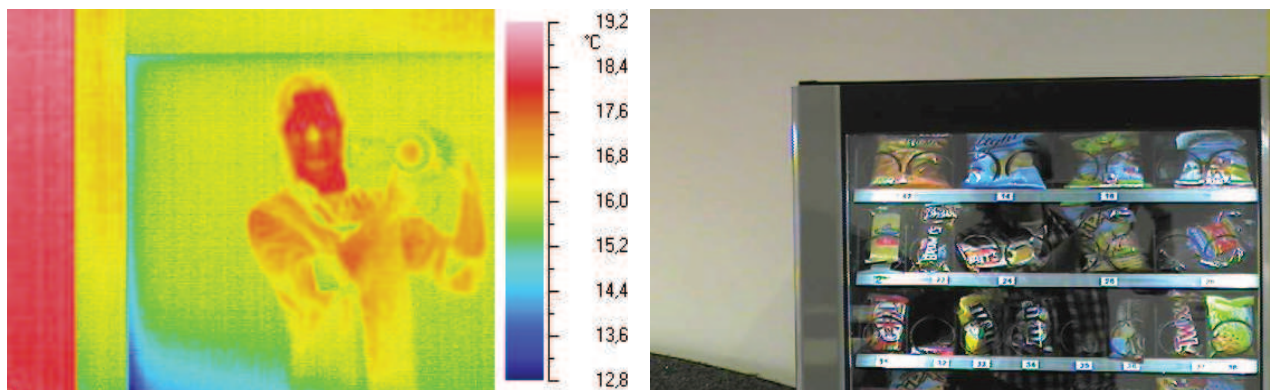


IMAGEN 17: Termografía de una superficie que refleja la radiación infrarroja

En este termograma podemos ver al técnico de frente realizando la toma de la imagen, mientras que en su homóloga visual, vemos una máquina expendedora con un mostrador acristalado. En este caso, la radiación infrarroja emitida por el cuerpo del técnico se refleja en la superficie acristalada dándonos una percepción errónea del elemento que tenemos delante de nosotros. Este fenómeno puede dar lugar a numerosos fallos en la interpretación de las termografías.

Mediante la utilización de esta tecnología, podemos saber también a qué tipo de humedad nos enfrentamos, como se ha mostrado en uno de los ejemplos anteriores, sabiendo la humedad relativa podemos obtener la temperatura del punto de rocío, por lo que nos será fácil distinguir una humedad provocada por condensación, de otra originada por filtraciones o capilaridad. También nos daremos cuenta fácilmente de posibles fallos de instalaciones de climatización y calefacción, ya que los conductos que transportan los fluidos caloportadores son reconocibles debido a la diferencia de temperatura entre estos y los paramentos donde se ubican.

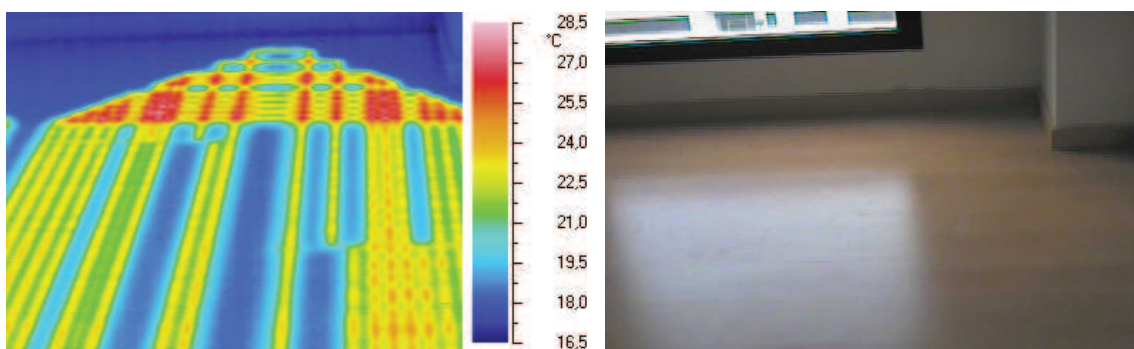


IMAGEN 18: Termografía de un fallo en la colocación de suelo radiante.

En este caso podemos observar claramente las conducciones de un sistema de calefacción por suelo radiante, en ella, se aprecian de forma notable numerosos defectos en su colocación, ya que no todas los conductos funcionan por igual, impidiendo un aprovechamiento completo de la instalación.

### **·OTROS DEFECTOS APRECIABLES MEDIANTE UNA MAQUINA TERMOGRÁFICA**

- Falta de aislamiento, deteriorado o incorrectamente instalado.
- Disminución o mezclado de varios materiales aislantes.
- Rotura del puente térmico en uniones entre paredes y tejados.
- Aislamiento y materiales del edificio dañados por humedades.
- Pérdidas de calor a través de ventanas multicapas con un sellado roto o inadecuado.
- Fugas en tuberías de agua.
- Conductos de calor dañados.
- Localización de vapor, agua o aspersores enterrados o con fugas.
- Pérdida de eficiencia energética del 10% al 20%.

## **2.4 Normativa**

En referente a normativa que especifique el uso de la termografía a nivel internacional, solo contamos con la Norma Europea EN 13187 "Comportamiento térmico de edificios y elementos de construcción". Como su propio nombre indica, esta norma se centra en todos los elementos que intervienen para mantener un correcto comportamiento térmico e higiénico de una edificación, mediante el diagnostico por medio de la termografía. Para ello se especifica la metodología a seguir durante el examen termográfico y la redacción del informe.

## DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO SEGÚN NORMA ISO13187

El examen termográfico de las partes de un edificio comprende:

- a) **Determinación de la distribución de temperatura sobre una parte de la envolvente de un edificio**, de la distribución de la radiación de temperatura aparente obtenidas por medio de un sistema de detección de radiación infrarroja.
- b) **Determinar si esta distribución de la temperatura es "anormal"**, es decir si es debido, por ejemplo, a defectos en el aislamiento, contenido de humedades y/o fugas de aire.
- c) *si es así, la evaluación debe incluir un **informe de los defectos**.*

*Con el fin de determinar si las variaciones observadas en las propiedades de aislamiento térmico son anormales, los termogramas obtenidos se comparan con la distribución de la temperatura prevista sobre la superficie, determinada por las características de diseño de la envolvente del edificio y por el entorno en el momento del examen. Las distribuciones de temperatura previstas pueden ser determinadas por medio de "termogramas de referencia", cálculos u otras investigaciones. Esta determinación se basa en dibujos y otros documentos relacionados con la envolvente exterior, con la calefacción y sistemas de ventilación del edificio a inspeccionar.*

*Existen numerosos criterios para la evaluación energética de los edificios; sin embargo, para el caso de fachadas, dicha evaluación se realiza en términos de detección de fugas o irregularidades. La inspección térmica de fachadas de edificios se basa en la determinación diferencial de la temperatura en las superficies que, a priori, deberían presentar un comportamiento térmico similar. La termografía infrarroja utiliza la transmisión de calor por radiación como variable relacionada con la temperatura, por lo que no es necesario el contacto físico con el elemento a medir ni un tiempo de estabilización de temperaturas, permitiendo la realización de medidas en situaciones donde no sería posible el uso de termómetros convencionales, contando además con la ventaja añadida de una mayor rapidez y precisión. Es por ello que en la aplicación en el campo de la evaluación energética de edificios a través de la inspección de sus superficies exteriores o fachadas, la termografía aporta sus cualidades de una manera precisa y adecuada. Estas inspecciones se rigen por las directrices de la Norma Europea EN 13187.*

*(Apdo. 4 "Principio". EN 13184).*

## **6.- EXAMEN TERMOGRÁFICO**

### **6.1.-Requerimientos generales de la inspección.**

*Con el fin de definir las necesidades reales, y en particular la zona de la envolvente del edificio a partir de los cuales el examen termográfico se va a realizar, se deben considerar los siguientes factores:*

- a) las especificaciones y capacidades del equipo de Termografía:*
- b) las características de la envolvente del edificio, es decir, respecto a los tipos y ubicaciones de los equipos de calefacción, elementos estructurales y capas de aislamiento;*
- c) las propiedades emisivas de las superficies (revestimientos);*
- d) factores climáticos;*
- e) accesibilidad para una correcta inspección;*
- f) influencia del medio ambiente*
- g) otros factores de importancia.*

*(Apdo. 6 "Examen termográfico". EN 13184).*

## **7.-INFORME TERMOGRÁFICO**

### **7.1.- Informe sobre el ensayo con una cámara IR**

*El informe debe incluir:*

- a) Una descripción de la prueba con referencias a esta norma y una declaración, de que la prueba con la cámara de infrarrojos se ha realizado, nombre del cliente y la dirección completa del objeto;*
- b) Una breve descripción de la construcción del edificio ( esta información estará basada en dibujos u otra documentación disponible);*
- c) Tipos de superficies y materiales utilizados en la estructura y el valor estimado de las emisividades de los mismos.*
- d) Orientación del edificio con respecto a los puntos cardinales de una brújula mostrados en un plano, y la descripción de los alrededores (edificios, vegetación, paisaje, etc.);*



- e) *Especificaciones de los equipos utilizados, incluyendo maraca, modelo y número de serie;*
- f) *Fecha y hora de la prueba*
- g) *Temperatura exterior. Proporcionar al menos, los valores más altos y más bajos observados,*
  - I) *durante las 24 horas antes del comienzo del examen*
  - II) *durante el examen*
- h) *Información general sobre las condiciones de radiación solar, observadas durante las 12 horas previas al comienzo del examen y durante la realización del mismo;*
- i) *Precipitaciones, dirección del viento y velocidad durante el examen;*
- j) *Temperatura del aire en el interior y diferencia de temperatura a lo largo de la envolvente durante el examen;*
- k) *Diferencia en la presión del aire sobre las zonas de sotavento y barlovento, cuando sea necesario para cada piso;*
- l) *Otros factores importantes que influyen los resultados, como por ejemplo rápidas variaciones en las condiciones meteorológicas*
- m) *Aclaración de las desviaciones de las pruebas pertinentes*
- n) *Croquis y/o fotografías del edificio mostrando la posición de los termogramas*
- o) *Termogramas indicadores de los niveles de temperatura obtenidos de las pruebas, mostrando las partes del edificio donde han sido detectados los defectos, con indicaciones de sus respectivas posiciones, y de la posición de la cámara IR con respecto al objetivo de medida, y con comentarios sobre la apariencia de las imágenes térmicas; si es posible con referencias a partes de la envolvente del edificio con un rendimiento aceptable;*
- p) *Indicación de las partes examinadas del edificio;*
- q) *Resultados del análisis de tratar con el tipo y el grado de cada defecto constructivo que se ha observado **2)**. Extensión relativa del defecto mediante una comparación de la parte defectuosa de la envolvente con partes similares en todo el edificio;*
- r) *Resultados de investigaciones y medidas suplementarias;*
- s) *Firma y fecha.*

(Apdo. 7 "Informe termográfico". EN 13184).

**NOTA 2):** De acuerdo con 5.4.3 de EN 45001: 1989, este análisis no incluye ninguna declaración sobre si estos defectos requieren medidas a tomar, o si pueden ser aceptadas. Dicha declaración se puede dar en una carta por separado.

En este último caso de redacción de informe termográfico, añade otro procedimiento simplificado, el cual se compone de los mismos puntos que el anterior quitando los siguientes: c, d, e, g, h, i, n y o. (**Ver anexos: Doc 2**)

En los casos de inspección térmica en fachadas, se actúa en base a la detección de fugas o irregularidades. Esta metodología se basa en la determinación diferencial de la temperatura en las superficies que, a priori, deberían presentar un comportamiento térmico similar. La termografía infrarroja utiliza la transmisión de calor por radiación como variable relacionada con la temperatura. Por ello no es necesario el contacto físico con el elemento a medir, permitiendo la realización de medidas en situaciones donde no sería posible el uso de termómetros convencionales con una mayor rapidez y precisión.

### 2.4.1 Procedimiento de aplicación de la norma EN 1317

#### 1.- INTRODUCCIÓN A LA INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA.

La primera de las ventajas que presenta, radica en la toma de imágenes en tiempo real, lo que permite una visualización muy rápida de procesos estacionarios. La característica del tiempo real de la termografía infrarroja, nos permite capturar rápidas variaciones del campo térmico sin modificar la forma en que dicho campo varía.

Es, por tanto, la medida sin contacto otra de las ventajas de la termografía infrarroja. Así, por una parte mantiene al usuario alejado del elemento inspeccionado, permitiendo analizar zonas normalmente inaccesibles, por otra parte es una tecnología no intrusiva ya que no afecta de ninguna forma al objeto de análisis.

Los equipos de termografía captan la radiación emitida por los cuerpos, sin embargo, dicha radiación está compuesta por varios elementos como podemos ver en la imagen nº 19.

La radiación detectada tiene tres componentes, la emitida correspondiente al propio material, la reflejada que proviene de otras fuentes y la transmitida:

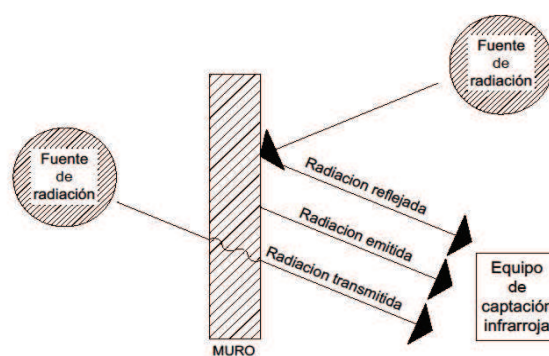


IMAGEN 19: Radiación detectada por un equipo de medición.

$$\%W_E + \%W_R + \%W_T = 100\%$$

La superficie de cada material posee una serie de propiedades relacionadas con su comportamiento frente a la radiación. Estas propiedades se denominan emisividad  $\epsilon$ , transmisividad  $\tau$  y reflectividad  $\rho$ , verificando la siguiente relación entre ellas:

$$\epsilon + \tau + \rho = 1$$

En el caso de cuerpos opacos, la radiación térmica no atraviesa el cuerpo, por lo que el valor de la transmisividad se anula.

La relación resultante que recibe el equipo termográfico estará compuesta por la que proviene de la propia radiación del cuerpo y la que resulta de la reflexión sobre el mismo. Este hecho posee una importancia crucial en las inspecciones de fachadas ya que los edificios se encuentran, generalmente, rodeados de fuentes de radiación que pueden afectar de manera decisiva a la imagen termográfica captada. Conviene indicar que en ocasiones la presencia de fuentes de radiación próximas puede inducir a cometer errores no deseados en la evaluación de la radiación procedente de la fachada analizada.

## **2.- APLICACIÓN TERMOGRÁFICA A LA INSPECCION DE FACHADAS. FACTORES CONDICIONANTES Y PROTOCOLO**

### **A) FACTORES CONDICIONANTES:**

Las irregularidades en las propiedades térmicas de los componentes que constituyen la fachada exterior de un edificio se reflejan en variaciones de temperatura sobre las superficies de la estructura. La distribución de la temperatura superficial puede ser usada para detectar irregularidades térmicas debidas a, los defectos de aislamiento (el contenido de humedad y/o filtraciones de aire) en los componentes que constituyen la fachada exterior del edificio.

La termografía de edificios consiste en un método que indica y representa la distribución de temperatura sobre una parte de la superficie de una fachada del edificio. Los equipos autónomos de captación de radiación infrarroja generan una imagen en base a la temperatura radiante del área objeto de medida. La radiación térmica desde el área del objeto es convertida por la radiación infrarroja que percibe el equipo. Para producir la imagen térmica se representando la intensidad relativa de radiación desde: partes diferentes de la superficie, características de ésta, condiciones ambientales y el propio sensor. Una vez capturadas estas imágenes térmicas o termogramas deberán ser interpretadas y analizadas.

#### **NOTA:**

TRANSMISIVIDAD: Resistencia de un material al paso de radiación a través de él.

REFLECTIVIDAD: Fracción de radiación incidente reflejada por una superficie.

## B) PROTOCOLO DE INSPECCIÓN

La inspección de las fachadas de edificios, planteadas como una evaluación de las condiciones térmicas que presentan, se desarrolla siempre bajo la misma secuencia de objetivos:

- Determinación de la distribución de temperatura aparente de las distintas superficies que conforman la fachada.
- Localización de aquellos puntos o zonas en las que se estime que la distribución anormal de temperatura que puede suponer una anomalía.
- Evaluación detallada del tipo, extensión e importancia de los defectos observados.

Se trata pues, de una inspección cualitativa que, por comparación, detecta situaciones que pueden ser consideradas como anómalas. Una vez analizada la documentación existente y las características particulares de cada una de las áreas citadas, se puede generar la información que permita detectar irregularidades en las condiciones de aislamiento de la fachada a analizar.

### Trabajos preliminares:

Previamente a la inspección deberán realizarse una serie de trabajos previos que permitan conocer, en función de la documentación disponible, las características principales de la fachada. Los trabajos previos son los siguientes:

- Recopilación de planos relacionados con la fachada del edificio, detalles del tipo, composición y características del aislamiento. Información relacionada con los sistemas de calefacción y/o enfriamiento que presente el edificio.
- Recopilación de termogramas de referencia, o de tipologías de fachada similares.
- Condiciones exteriores e interiores que pueden tener influencia en la inspección.

Las recomendaciones que incluye la Norma Europea EN 13187 presentan evidentes dificultades para su puesta en práctica:

- En el primer caso, solamente en las viviendas de reciente construcción existe alguna posibilidad de disponer de planos con secciones constructivas de fachadas que se correspondan con lo realmente ejecutado, así como especificaciones de los aislamientos empleados (incluyendo espesores, sistemas de fijación, soluciones en puntos críticos, etc.). Para el caso de edificios de cierta antigüedad o de carácter histórico, la existencia, y en su caso, la accesibilidad a dicha documentación resulta una entelequia.

- En cuanto a lo indicado en el segundo punto, si el nivel de inspección termográfica existente en nuestro país es extremadamente reducido, el hecho de disponer de termogramas de referencia, o bibliotecas con imágenes térmicas para fachadas resulta en la práctica imposible. Solamente en algún sector de fabricantes de fachadas prefabricadas se han dado pasos en este sentido.





### 3 CASO PRÁCTICO (Cuartel de Artillería "Jaime I el Conquistador")

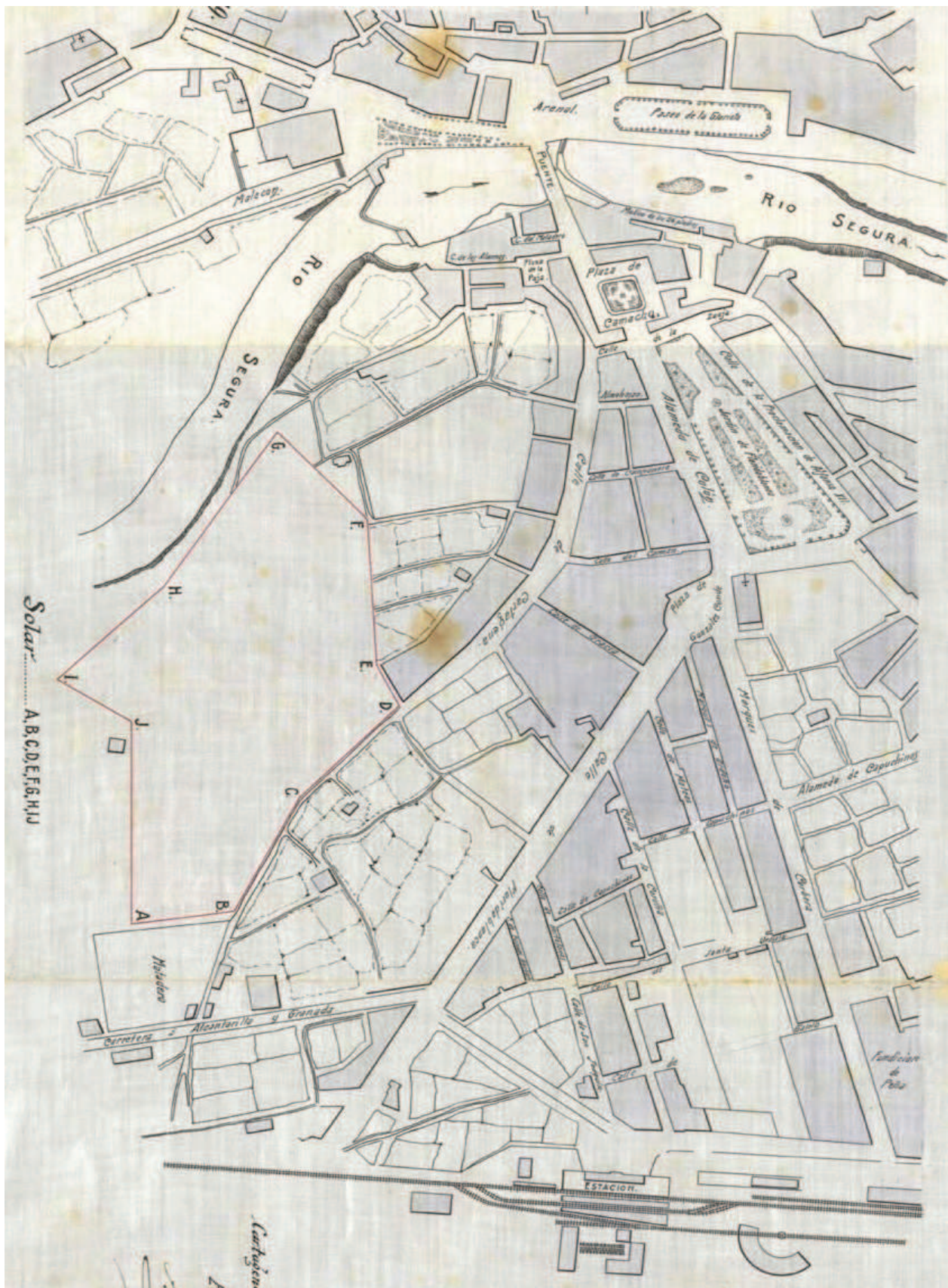


IMAGEN 20: Plano del barrio del Carmen con la ubicación original del Cuartel Jaime I el Conquistador (1919).

Servicio de Patrimonio Histórico. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. "SPH.CARM"

Pablo J. Cabeza Martínez

### 3.1 Estudios previos

Como base metodológica en la realización del caso práctico, se ha tomado como referente principal el procedimiento desarrollado en la publicación: “La restauración objetiva” (Método SCCM de restauración monumental) de Antoni González Moreno-Navarro, teniendo en cuenta únicamente los enunciados aplicables al objetivo final de este proyecto.

En primer lugar se ha realizado una labor de investigación con la finalidad de conocer en profundidad el objeto sobre el que se va a trabajar, para ello se ha tenido en cuenta la primera etapa de esta metodología denominada como “El conocimiento”:

*Conocer y comprender el monumento (su entidad histórica, material, cultura, su entorno físico y social, sus circunstancias actuales de cualquier tipo) es imprescindible para programar la actuación en él. (Conocerlo, hasta donde sea preciso y hasta donde sea posible en ese momento del proceso, ya que la propia actuación posterior, sin duda, aportará más datos e informaciones).*

*(L.R.O. Primera etapa: el conocimiento. Pag. 39)*

#### 3.1.1 Situación histórica

Continuando con la metodología anteriormente nombrada, uno de los estudios previos a la intervención y de gran importancia es el “Análisis histórico”:

*El conocimiento histórico del monumento es fundamental, tanto para poder plantear y proyectar una correcta y eficaz intervención arquitectónica en él, como para garantizarla protección de su valor documental (es decir, la explotación o preservación según convenga de su capacidad informativa), protección que hemos planteado como uno de los objetivos básicos de la restauración. Ya la Carta de Venecia reconoció la importancia de esa lectura histórica: «la restauración estará siempre precedida y acompañada de un estudio arqueológico e histórico del monumento», manda su artículo noveno. Alcanzar ese conocimiento si no se tiene es, por tanto, un fin esencial de la primera etapa de la restauración objetiva.*

*El análisis histórico persigue fundamentalmente el conocimiento, datación, des-*



*cripción, interpretación y apreciación de los acontecimientos, circunstancias y mentalidades relacionados con los diversos momentos de la construcción, evolución, existencia, uso, deterioro, destrucción y restauración del monumento, así como con su contenido mobiliario, el territorio, el entorno y el contexto cultural, político y social en el que esos acontecimientos se desarrollaron.*

*(L.R.O. Primera etapa: el conocimiento. Pag. 41)*

Durante los primeros años del S XX, caracterizados a nivel nacional por ser una época de violencia, descomposición del sistema político y rupturas sociales, se lleva a cabo en Murcia un notable desarrollo a nivel urbanístico, industrial e intelectual.

A comienzos de este siglo, se inaugura el denominado Puente Nuevo o de Hierro, que comunica el barrio de San Juan con el del Carmen. Se concluyen las obras del Casino de Murcia, centro de reunión de la burguesía de la capital.

A finales de 1914 se constituye la fundación oficial de la actual Universidad de Murcia, acontecimiento ansiosamente esperado por la sociedad murciana del momento, inaugurándose su primera sede en el Barro del Carmen.

### 3.1.2 Constitución y evolución de “El barrio del Carmen”.



IMAGEN 21: Plano barrio del Carmen 1896. Archivo General de la Región de Murcia. “AGRM”.

El origen del barrio se remonta siglos atrás, ya que con toda seguridad fue el primer ensanche de la ciudad, fuera de la muralla musulmana que la rodeaba. Se abría una de sus puertas al río, junto al puente de madera que daba acceso al camino de Cartagena, al de Beniaján, Algezares y a toda la huerta murciana. A partir del puente ya empezaban a existir viviendas en dirección a la Ermita de San Benito (actual Iglesia del Carmen), al camino de Cartagena y al convento de los Padres Capuchinos que existía en el Paseo de Corvera. En el siglo XVIII la construcción del Puente de los Peligros supuso, además, la urbanización de la plaza de Camachos y alameda de Colón, lo que contribuyó de manera importante al ensanche de la ciudad por el sur.

Fue sobre todo en la segunda mitad del siglo XIX cuando tuvo una relevancia importante el crecimiento urbano del barrio del Carmen. En 1844 se inician los trabajos del ferrocarril y los obreros fijaban su residencia en la zona (El Carmen y Santiago el Mayor) por la ventaja que suponía vivir cerca del trabajo. La llegada del ferrocarril a la estación Murcia del Carmen en 1863, además de mejorar las comunicaciones de Murcia, contribuyó de forma importante a su crecimiento económico, al mismo tiempo que dotaba de una nueva vida a esta zona. Al proliferar en su entorno industrias, instalaciones comerciales, servicios y pensiones, el barrio del Carmen se convierte en la zona industrial por excelencia.

Con la inauguración en 1901 del Puente de Hierro, el "Puente Nuevo", se mejoró el tránsito entre las dos márgenes del río, facilitando el acceso a la carretera de Alicante. Ya en 1908 el barrio constituía "el sitio de más tránsito, de más movimiento" por los tranvías y carruajes que iban y venían de la estación. En el barrio se instala el matadero, las cocheras del tranvía y, en 1925, el Cuartel de Artillería, constituyéndose el gran ensanche de la ciudad hacia el sur. Al mismo tiempo surgían los establecimientos comerciales y de servicios a los que acudía también la población de la huerta y alrededores, por las facilidades de acceso, a diferencia del centro de la ciudad, que contaba con calles estrechas. Este auge propició la instalación de una pequeña burguesía en el barrio, para la que se edificaban viviendas con mayor calidad y gusto, algunas de las cuales aún perduran al declararse como edificios a conservar.

Desde finales del siglo XIX, en documentos del Archivo Municipal de Murcia, aparece la referencia al barrio como denominación de esta zona de Murcia, a la que popularmente se la ha conocido simplemente como "el barrio" cuyos habitantes tienen un sentido de pertenencia, el de ser "carmelitanos". Durante años "ir a Murcia" constituyó, y para algunos todavía se utiliza, una forma de decir que se cruzaba el río para ir al centro de la ciudad, igual se utiliza "ir al barrio" cuando era desde el centro.



## Principales edificaciones y espacios del barrio a finales del S.XIX y principios del SXX:

Para conocer con mayor profundidad las diferentes facetas del barrio del Carmen, a continuación se muestran los principales espacios y edificaciones de mayor relevancia dentro del entorno del cuartel que comparten un mismo contexto histórico y de los cuales aún queda constancia.

### EL JARDÍN DE FLORIDABLANCA LA EXPOSICION DE 1900.



IMAGEN 22: Vista del jardín de Floridablanca y Alameda de Colón.

El jardín de Floridablanca ha sido testigo de importantes acontecimientos en la historia de la ciudad de Murcia, por tanto no es extraño que en él se celebrara el primer gran acontecimiento del siglo XX, la "Feria Agrícola, Minera y Ganadera". Esta feria se planteó como las una exposiciones universales de París y Londres. El proyecto fue realizado por el arquitecto municipal Pedro Cerdán y constaba inicialmente de 6 pabellones para exposiciones, con diferentes estilos y contenidos y uno para café-restaurante.

IMAGEN 22: ES.30030.AGRM/71 / Colección de postales y otro material gráfico referido a la Región de Murcia (1843-1996) > 71.1 / Postales de la ciudad de Murcia (1880-1989) > 71.1.6 / Murcia: los Jardines de Floridablanca y Alameda de Colón. Años 1900-1950. (Archivo General de la Región de Murcia (1920)

Pablo J. Cabeza Martínez



La temática por pabellones fue la siguiente:

Floricultura y jardinería: con estilo rústico.

Galería de máquinas: con arcada árabe de 31 columnas.

Bellas Artes: pequeño museo pictórico donde se exponían autores como Villegas y Cabrera.

Minería: colecciones de toda clase de minerales.

Agricultura: vinos, semillas, granos, productos forestales, etc.

Industria: máquinas de coser, Fábrica de la Pólvora, etc.

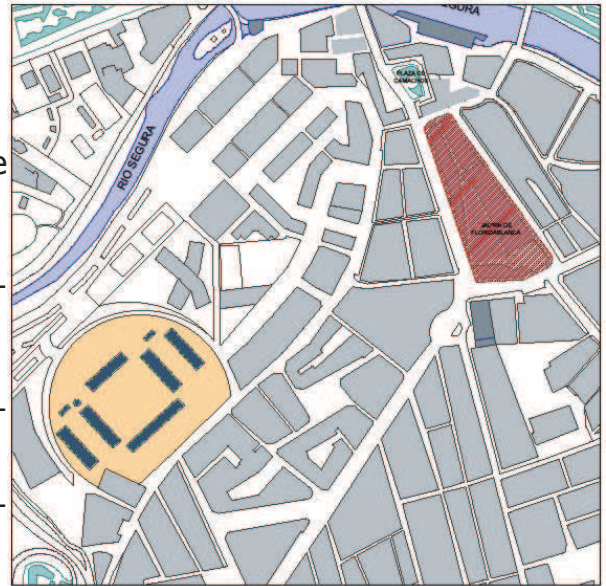


IMAGEN 23: Localización del Jardín de Floridablanca

El 14 de abril de 1900 fue inaugurada por el Alcalde de la ciudad y en comitiva desde la Glorieta al Jardín figuraban numerosos concejales portando banderas de la ciudad, representantes de todos los ayuntamientos de la provincia, así como de otras corporaciones invitadas, ente las que se encontraba Alicante. La comitiva fue escoltada por el Escuadrón de Caballería, el Batallón de Infantería, bandas de música, las Fuerzas de Seguridad Municipales y la Guardia Civil.



IMAGEN 24: Pabellón de Agricultura.



IMAGEN 25: Entrada al pabellón de exposición.

## **LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE EL CARMEN**

Durante el Siglo XIX se ve la necesidad de comunicar toda la región con los puertos más importantes y una forma de hacerlo era el ferrocarril. Murcia no es ajena a ello, ya que esto propiciaría un gran desarrollo mercantil y un amplio movimiento de viajeros.

La situación de la ciudad de Murcia entre dos puertos tan importantes como Cartagena y Alicante determinan probablemente la sencillez y facilidad con la que se construye la estación definitiva, sin grandes pretensiones por parte de la Compañía M.Z.A. Don José Almazán, ingeniero de la obra, encontró algunos inconvenientes a la hora de escoger el emplazamiento definitivo. La estación fue construida por la Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante (M.Z.A.) que ya poseía la línea férrea Madrid-Alicante y veía en esta línea una prolongación natural de su red. El 24 de octubre de 1862, aprovechando que la familia real regresaba de Andalucía, la Reina Isabel II realizó un viaje inaugural entre Cartagena y Murcia con las obras sin terminar y con una estación de Murcia aún inexistente, supliendo su ausencia con un pabellón provisional que sirvió de cobijo a todas las autoridades presentes. Finalmente, el 1 de febrero de 1863 la línea entró en funcionamiento, enlazando Murcia con Cartagena, ya que MZA consideró más rentable empezar la línea por el extremo murciano en lugar de por Albacete. Aun así, la primera estación de Murcia también era provisional, ya que las obras del edificio definitivo que diseñó José Almazán no empezaron hasta el mes de septiembre de ese mismo año. Poco después, entre 1884 y 1885, se inauguraron las



IMAGEN 26: Fachada principal de la estación



IMAGEN 27: Fachada posterior de la estación

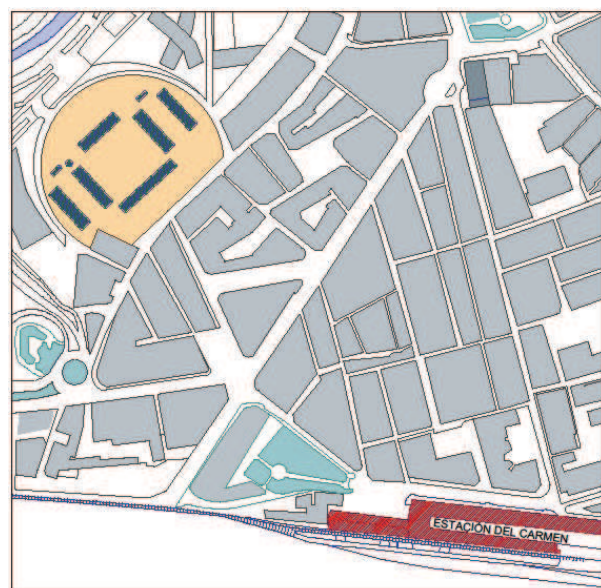


IMAGEN 28: Localización Estación del Carmen



líneas Murcia-Águilas y Murcia-Alicante, lo que supuso un aumento sustancial en el tráfico de viajeros y mercancías.



IMAGEN 29: Fachada principal de la estación.

### **<La real inauguración del ferrocarril Cartagena-Murcia**

*La inauguración oficial del primer servicio ferroviario tuvo lugar el 24 de octubre de 1862 -hoy hace 150 años- y era el que enlazaba Murcia y Cartagena. Se trataba de aprovechar la llegada de Isabel II a Cartagena, desde Cádiz, ya que, junto a su esposo y los infantes Alfonso e Isabel, regresaban de un viaje por Andalucía.> (La Verdad 24/10/2012).*

IMAGEN 29: <http://www.descubriendomurcia.com/fotos-antiguas-de-murcia-la-estacion-de-tren/>

Pablo J. Cabeza Martínez

## **EL COLEGIO DEL CARMEN**

El colegio del Carmen fue el primer edificio público que se construyó para escuela graduada, el primer uso que se dio al edificio situado junto a la iglesia del Carmen fue convertirlo en sede de la Universidad de Murcia, que se había creado por Real Decreto el 23 de marzo de 1915. La puso en marcha Andrés Baquero, comisario regio. Fue inaugurada el 7 de octubre de 1915 para que se impartir el curso 1915-1916. Compartió instalaciones con el Instituto de Segunda Enseñaza.

Las necesidades de ubicación de la nueva universidad prevalecieron sobre las necesidades educativas de los niños de la zona. El edificio fue cedido por el Patronato para uso universitario. En él se instaló la Facultad de Derecho y el preparatorio de Filosofía y Letras. El preparatorios de Ciencias se ubicó en el instituto. Los locales del Carmen mejoraron sus instalaciones con su propio patrimonio, convirtiéndose en lo que se llamó "la universidad del barrio". En la Universidad se estudiaba además, el curso preparatorio de Medicina y Farmacia que daría lugar más tarde a la facultad de Ciencias). Meses más tarde se incorporó la licenciatura en Industrias Agrícolas La matrícula oficial de alumnos en los primeros cursos no llegaba a los dos centenares y los matriculados libres sobrepasaban el millar. En este edificio permaneció la Universidad hasta 1935. En el curso 1935-1936 se trasladó al edificio que la universidad había comprado a los Hermanos Maristas junto a la iglesia de la Merced. Allí continúa hoy la Facultad de Derecho.



IMAGEN 30: Colegio del Carmen junto a la Iglesia del Carmen

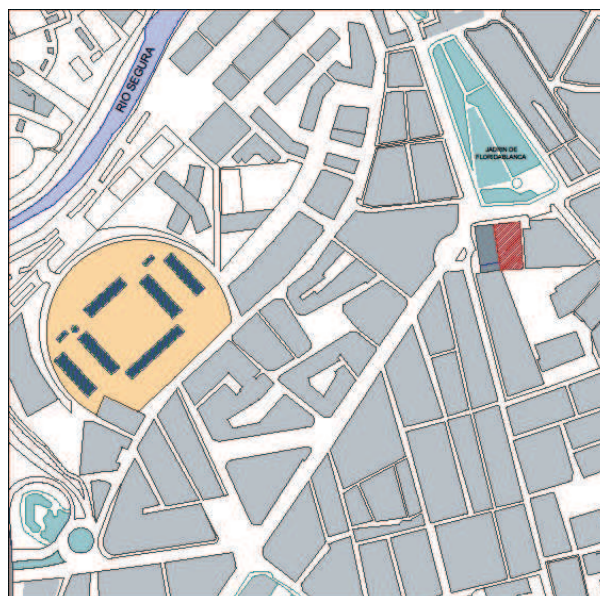


IMAGEN 31: Localización Colegio del Carmen

IMAGEN: Región de Murcia (1843-1996) > 71.1 / Postales de la ciudad de Murcia (1880-1989) > 71.1.36 / Murcia. El Casino. Monumentos. AGRM:

Los usos educativos del edificio del Carmen desde su inauguración fueron:

1915 a 1935, Universidad de Murcia.

1935 a 1940, Colegio Ángel Guirao, solo para niñas.

1941 a 1953, Instituto Femenino Saavedra Fajardo.

Posteriormente este instituto se trasladó al nuevo edificio que hicieron en la parcela junto al colegio, haciendo esquina con Torre de Romo. En el curso 148-1949 los profesores del último curso de bachillerato ya hacían notar que tenían el curso más numeroso hasta entonces, tenía 30 niñas matriculadas. El nuevo edificio del Instituto empezó a funcionar en el curso 1954-1955 con el nombre de Instituto Femenino Saavedra Fajardo.

A partir de 1955 volvió a utilizarse como colegio de niñas y pasó a llamarse Escuelas Graduadas de Educación Infantil y Primaria Nuestra Señora del Carmen.

El futuro de este edificio queda alejado de la docencia, pues está prevista su remodelación para convertirlo en sede del Museo de la Sangre, pasando sus alumnos a las renovadas dependencias del antiguo instituto colindante.

## **EL COLEGIO MAYOR UIVERSITARIO**

La vida universitaria hizo necesaria la creación de un colegio mayor. La Universidad de Murcia fue la primera en establecer el Colegio Mayor Universitario en España con el apoyo presupuestario de las corporaciones municipales y provinciales. Para su ubicación se eligió el edificio situado en la plaza de la Medina Luna (actual González Conde, esquina calle del Carmen), por "los amplios y confortables locales y de admirable orientación". Hasta entonces este edificio había sido el Hotel Regina. El Colegio Mayor se inauguró el 28 de enero de 1927 con un banquete ofrecido por la Universidad, al que asistió el ministro de Instrucción Pública, Sr. Callejo, que se alojó en él. A las 10 de la noche se celebró una función de gala en el Teatro Romea. El Colegio Mayor se llamó Jorge Guillén y constituyó el alojamiento oficial no solo de estudiantes sino de ilustres conferenciantes, catedráticos y doctores de otras universidades españolas y extranjeras, que visitaban la ciudad o eran invitados por la propia Universidad para dar conferencias o clases magistrales. En 1932 se alojó en sus dependencias el mismí-



simo Presidente de la República, Niceto Alcalá Zamora.

Lo que constituía una novedad muy avanzada para la época era que, dentro del Colegio Mayor, los alumnos internos podían disfrutar de enseñanzas y cursillos gratuitos en las distintas disciplinas del saber, entre las cuales figuraban clases diarias de alemán e inglés, impartidas por doctores especializados.

A través de un Patronato Universitario se presentaban “auxilios a las asociaciones que se formen por los internos y cuyo objeto sean los deportes, excursiones, etc.”. Esta iniciativa también era novedosa para la época. Además la Administración del Patronato, en aquellos años, se planteaba establecer un “Negociado de Información. En el que periódicamente dará conocimiento a las familias de la conducta y aprovechamiento de los internos”. En 1935 se trasladó junto con la Universidad a las nuevas instalaciones de la Merced. El edificio que ocupó pasó entonces a convertirse en viviendas y en sus bajos se instaló la Ferretería Saturnino. Desaparecida la ferretería, muchos años después, estos bajos fueron ocupados por una oficina del Banco Central y en la actualidad tiene un nuevo uso comercial.



IMAGEN 32: Colegio Mayor Universitario.

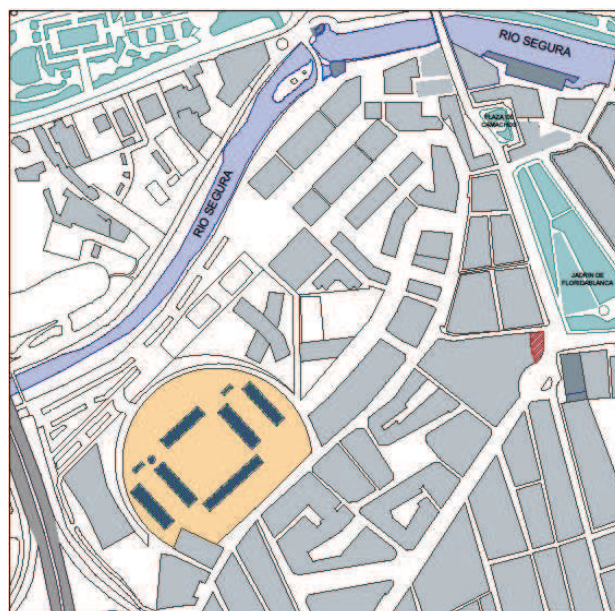


IMAGEN 33: Localización Colegio Mayor Universitario.

## **EL CARMEN: zona industrial de Murcia**

La estación de ferrocarril Murcia del Carmen, construida en 1862, fue el motor que hizo posible la instalación, en sus inmediaciones, de un gran número de fábricas; de igual modo facilitó la ubicación de numerosas actividades comerciales en la zona. El ferrocarril, como medio de transporte, era fundamental en este proceso, no solo para el abastecimiento de materias primas que necesitaba, sino también para la salida de los productos manufacturados. Algunas de estas empresas, de gran importancia productiva, fueron la Fundición Peña, Cítricos Gómez y la fábrica y aserrío de Alemán, que

IMAGEN 32: <http://www.descubriendomurcia.com/el-colegio-mayor-jorge-guillen-de-murcia-el-primer-colegio-universitario-de-espana/>

Pablo J. Cabeza Martínez

tuvieron “apartaderos industriales” o vías de acceso directo de los vagones del tren desde la estación hasta sus muelles de carga.

Existían en la zona fábricas, almacenes, talleres auxiliares y otros establecimientos con actividad productiva o comercial y esta concentración industrial dio lugar a que la vía de acceso a la estación se llamase calle de la Industria. En 1945 en el barrio se localizaban dos importantes industrias conserveras de las tres existentes en la ciudad. La localización industrial se situó inicialmente en el cruce de las calles Santa Úrsula-Mateos y alrededores y se expandió hacia el paseo de Corvera, calle de Floridablanca, Cartagena y Proclamación, enlazando con los establecimientos situados en el margen derecho del río: los molinos harineros y de pimentón. En la década de los 70, el ferrocarril perdió importancia como medio de transporte a favor del transporte



IMAGEN 34: Fachada Ppal. Fundición Peña



IMAGEN 35: Rotulo del edificio La Especiera Murciana.

por carretera; esto unido al incremento de la construcción de edificios de viviendas, hizo que el barrio no pudiese absorber la expansión industrial del momento y los industriales tuvieran que emigrar a zonas próximas con buenas comunicaciones y espacios adecuados para sus instalaciones.

### PROGRESO INDUSTRIAL:

*<"Pero el Barrio ha progresado industrialmente: casi toda la gran industria murciana está en su demarcación. Fábricas de madera, muebles, hierros, embutidos... todo puebla el aire de ruidos gratos y sirenas que llaman al trabajo. El comercio prosperó aún en tiempos de crisis agudas. De nada carece el barrio del Carmen. Desde el paseo cuajado de olores, hasta un moderno "cine" y bellas perspectivas urbanas, sin duda, las mejores de Murcia.">(La Verdad 16/07/1935).*

IMAGEN 34: <http://academiasdeljardin.blogspot.com.es/2013/09/hace-106-anos-fallecio-el-industrial.html>

IMAGEN 35: [www.panoramio.com/photo/23261834](http://www.panoramio.com/photo/23261834) (Rufino Jiménez)

Pablo J. Cabeza Martínez

A continuación podemos ver los grandes cambios que se han sucedido en el barrio del Carmen en todo su desarrollo urbanístico, desde el 1919 hasta prácticamente la actualidad. Estos cambios, se han concentrado en varias actuaciones concretas que han supuesto un paso adelante en el desarrollo del barrio. La primera de ellas fue la construcción de la estación de ferrocarril de Murcia "El Carmen" en el año 1863, este hecho fue el principal impulsor del barrio del Carmen, haciendo de este un barrio industrial y fomentando la implantación de diferentes instalaciones, ya que pasó a convertirse en un punto confluyente de las comunicaciones de la capital. Entre estas nuevas instalaciones, destaca la construcción del Cuartel de Artillería Jaime I el Conquistador, en el primero de los planos se puede observar la delimitación de la parcela que ocuparía posteriormente.

En el siguiente plano de 1981, se aprecia la notable consolidación del barrio, pasando de ser en su comienzo una zona de huerta, a una zona más industrializada, donde destaca el desarrollo urbanístico y la aparición de la carretera de Murcia cuyo acceso se encontraba en el barrio, afianzando así la zona como centro de comunicaciones, ya que también se prolongó el eje que formaba la avenida de Colón y finalizaba al pasar el Puente de los Peligros, zona conocida anteriormente como el "Arenal" y que a mediados de siglo, pasó a ser el comienzo de la actual Gran Vía de Murcia, formando un eje mucho mayor que dividía la ciudad en dos de norte a sur.

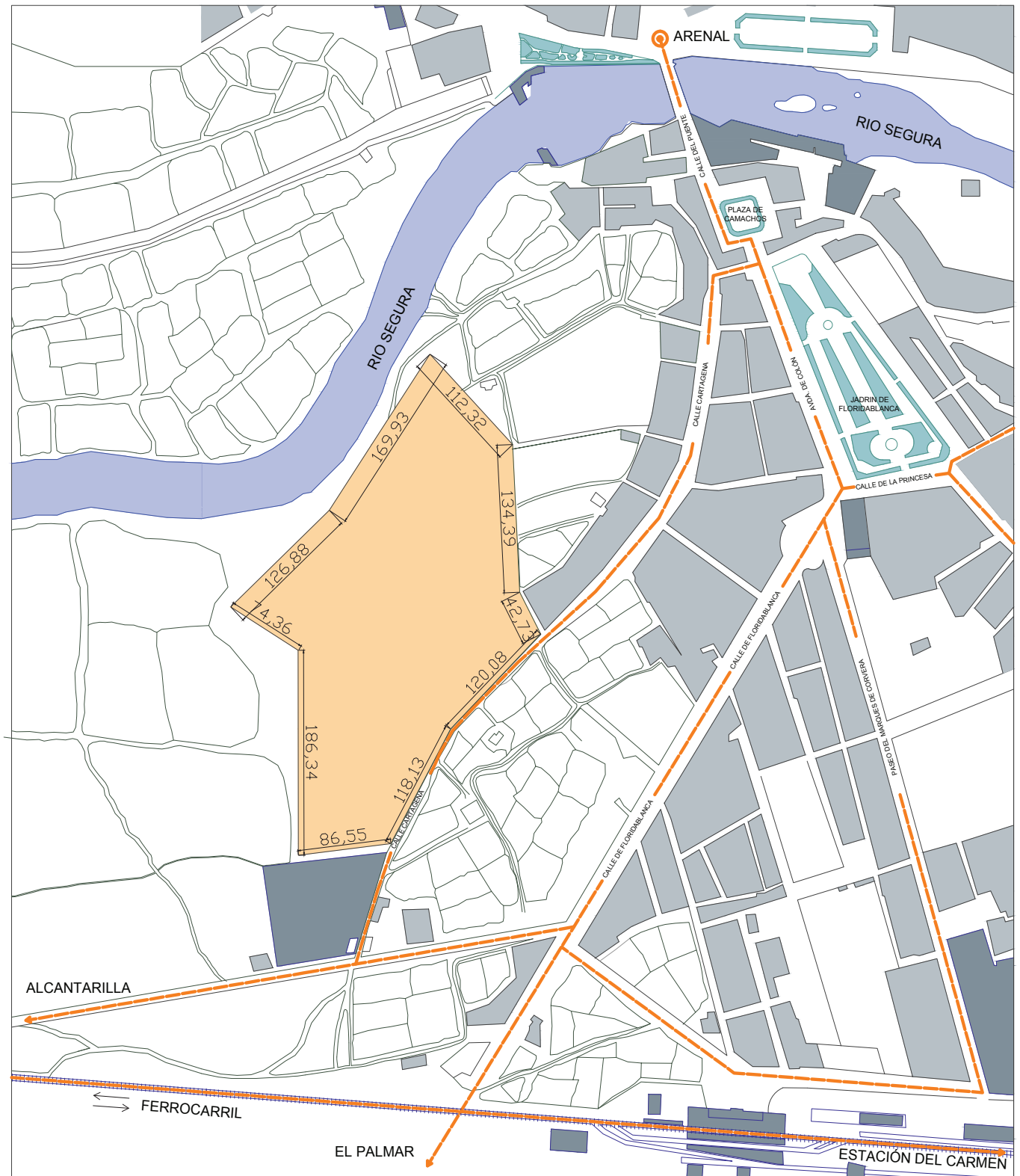
En el plano a continuación fechado en el año 2002, se destaca un notable crecimiento urbanístico, pero esta vez el desarrollo del barrio tomó un rumbo diferente, pasando de ser una zona industrial cambiando gradualmente su uso a residencial, todo esto debido al aumento del número de viviendas en la zona. Durante esta época, ya se había producido la cesión del Cuartel de Artillería Jaime I el Conquistador. y como se puede apreciar, ya se empezaba a modificar gran parte del recinto que antes pertenecía al acuartelamiento. Lo mas destacado es la aparición del nuevo complejo deportivo INACUA, el cual podemos localizar junto al pabellón número 1. Hasta este momento tambien se intervino en el patio de armas y el jardin, abriendo todas esta nueva zona de esparcimiento al público y como veremos a continuación, durante este año, darían comienzo las obras de la actual biblioteca del Carmen, el parking del Cuartel de Artillería y el Instituto del Carmen.

En la ultima etapa reseñada, se muestra la situación del barrio en el año 2009. Como se puede ver, el planteamiento urbanístico de la zona, apenas ha cambiado respecto del año 2002, a excepción del entorno que rodea el Cuartel de Artillería. En este momento, se puede ver como se han demolido gran parte de los pabellones que componían el complejo quedando solo los 6 pabellones principales que se conservan

hasta hoy en día, también se retiró toda la valla que delimitaba el territorio del cuartel acondicionando toda esta zona al nuevo entorno que se había planteado, donde aparece el nuevo parking del arquitecto Jose María Torres Nadal, así como el instituto del Carmen también realizado por el mismo, y las diferentes rehabilitaciones de los pabellones conservados, para dotarlos de un nuevo uso público.

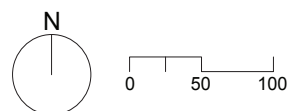
Como se puede ver en todos los planos presentados, el barrio, ha conservado sus principales ejes de comunicación que se plantearon en un principio adaptando los nuevos usos del mismo al planteamiento original, de ahí que las diferentes avenidas y calles que componen este entramado sean conocidas por cualquier murciano que se precie, destacando entre ellas: la calle Cartagena, calle de Floridablanca, Paseo del Marques de Corvera, Alameda de Colón o la Calle Princesa.



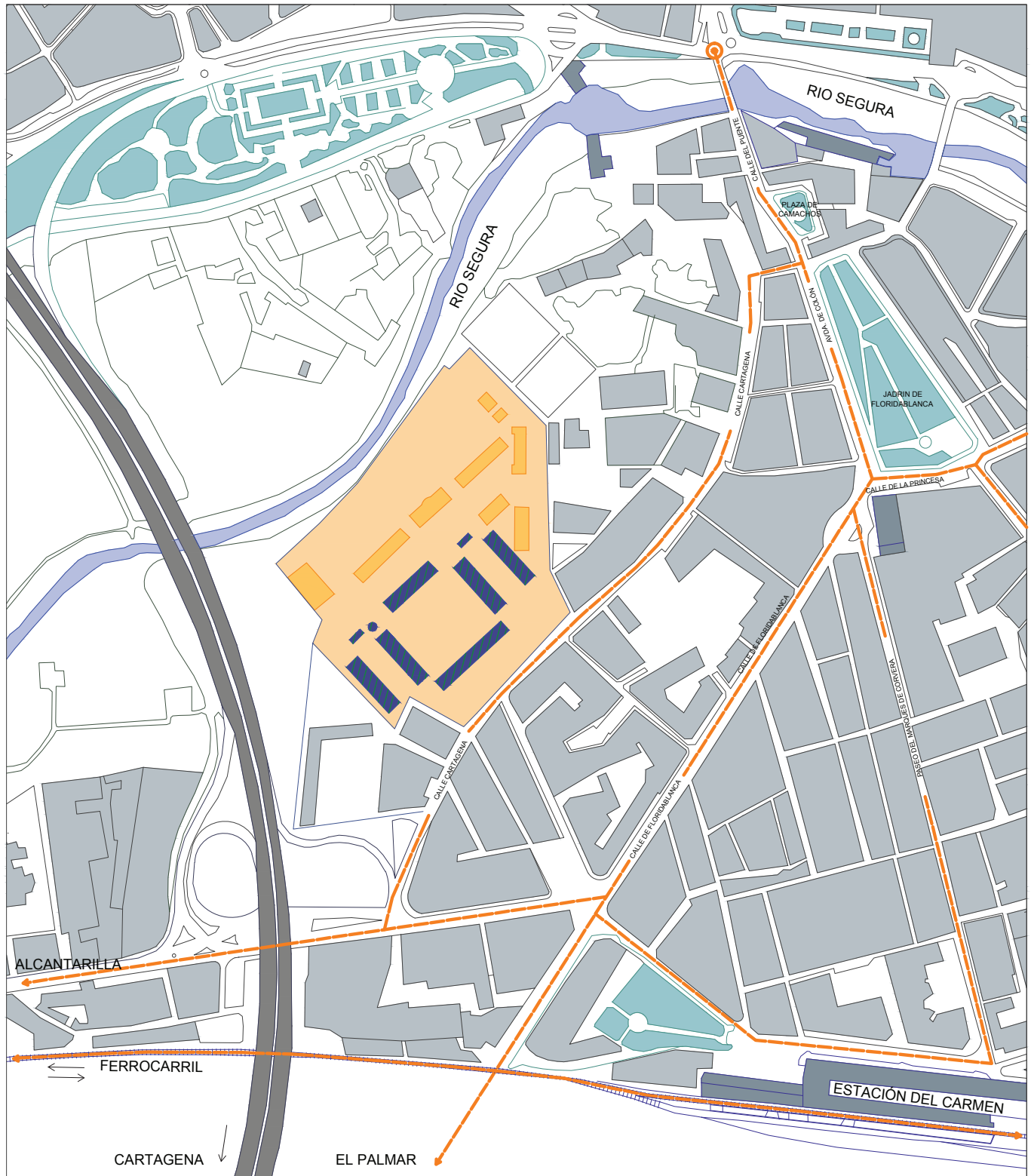


- EDIFICACIONES
- AUTOVÍA
- RÍO SEGURA
- JARDINES
- RECINTO CUARTEL DE ARTILLERIA
- PABELLONES CONSERVADOS
- PABELLONES MODIFICADOS
- EDIFICIOS REPRESENTATIVOS
- EJES PRINCIPALES DE COMUNICACIÓN DEL BARRIO

1919

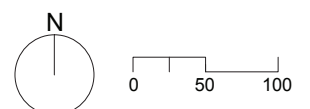




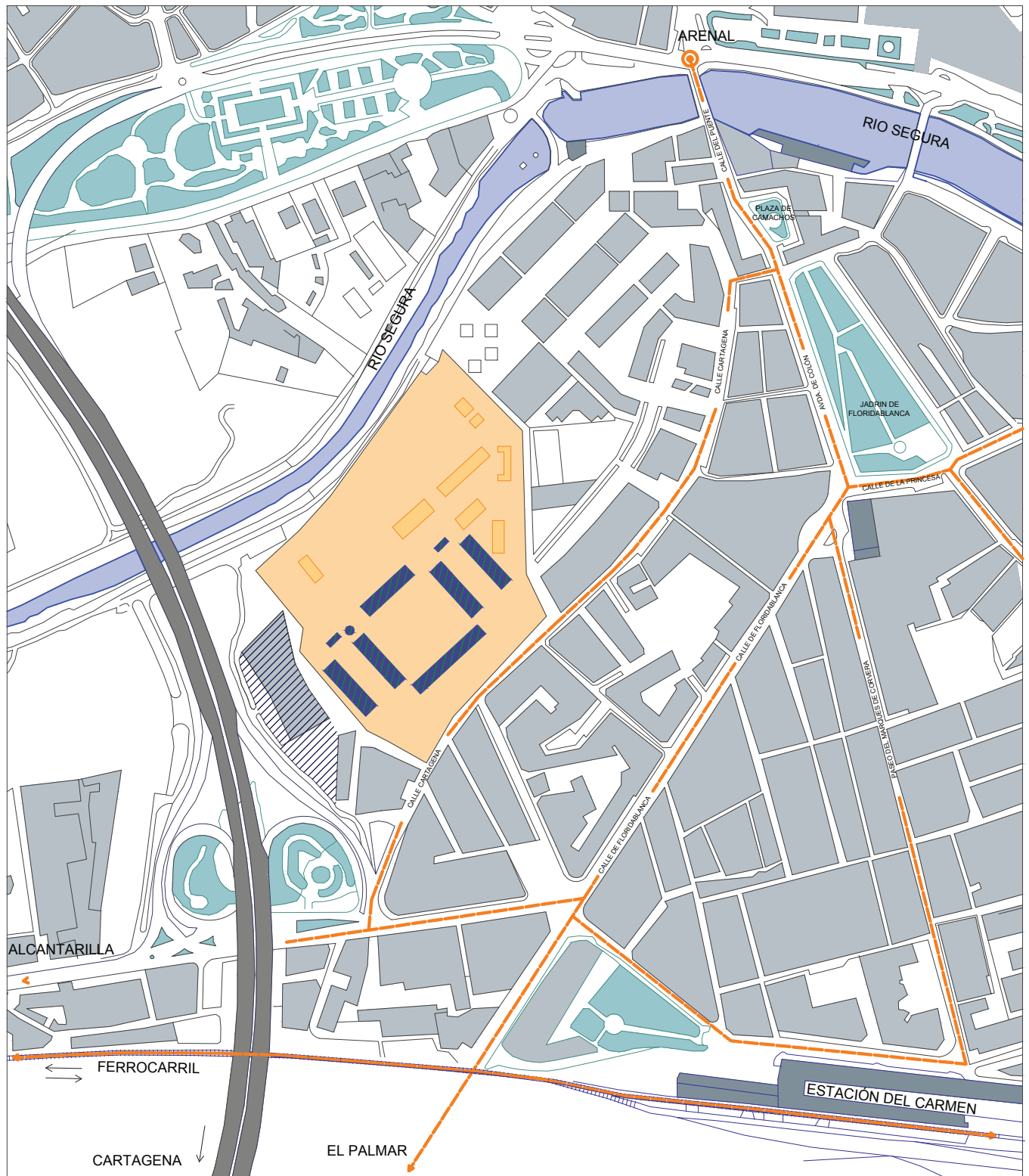


- EDIFICACIONES
- AUTOVÍA
- RÍO SEGURA
- JARDINES
- RECINTO CUARTEL DE ARTILLERÍA
- PABELLONES CONSERVADOS
- PABELLONES MODIFICADOS
- EDIFICIOS REPRESENTATIVOS
- EJES PRINCIPALES DE COMUNICACIÓN DEL BARRIO

1981

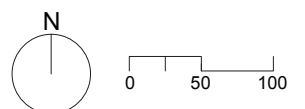


Pablo J. Cabeza Martínez

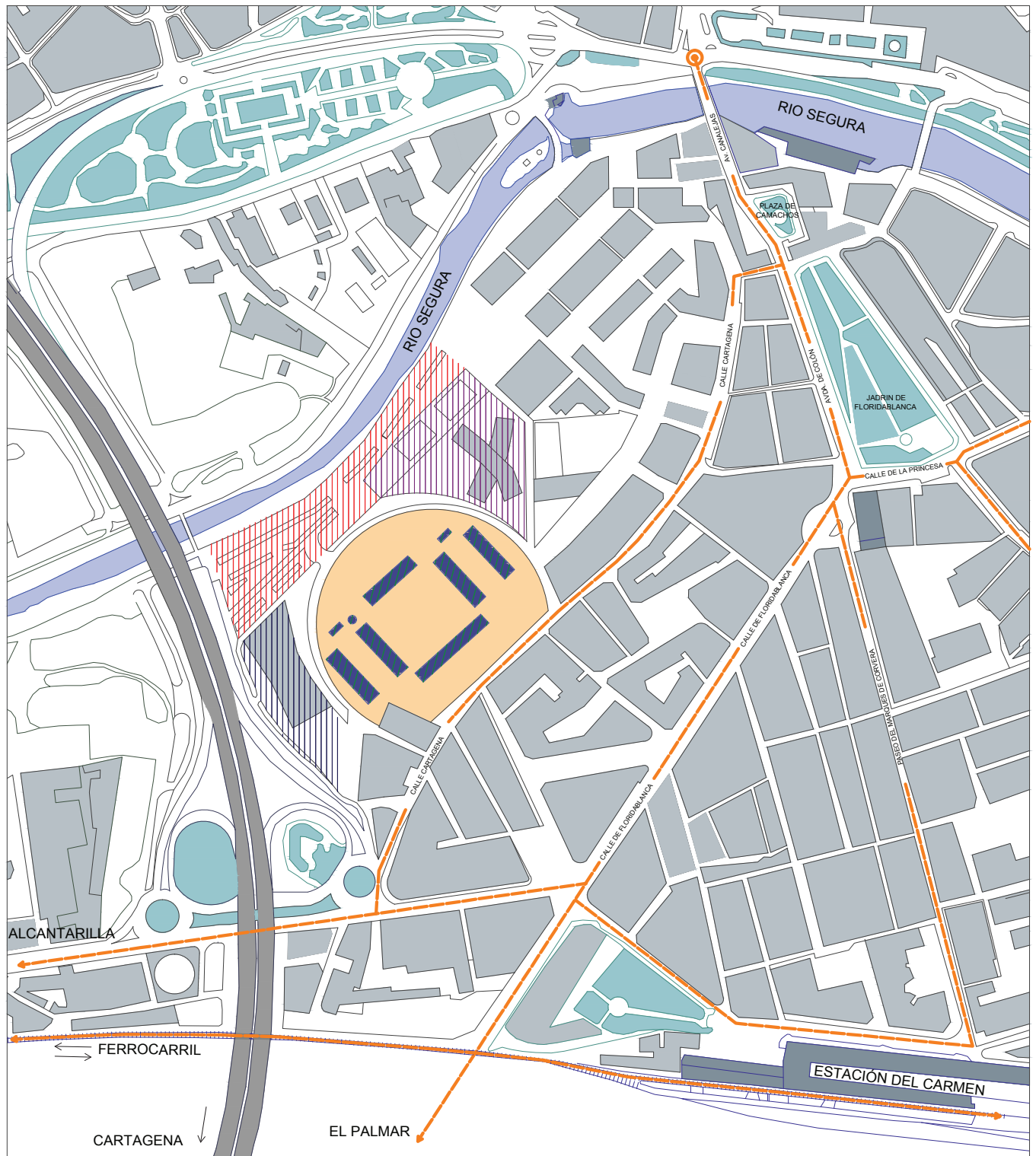


- EDIFICACIONES
- AUTOVÍA
- RÍO SEGURA
- JARDINES
- RECINTO CUARTEL DE ARTILLERÍA
- PABELLONES CONSERVADOS
- PABELLONES MODIFICADOS
- EDIFICIOS REPRESENTATIVOS
- EJES PRINCIPALES DE COMUNICACIÓN DEL BARRIO
- NUEVA CONSTRUCCIÓN DEL COMPLEJO "INACUA"

2002

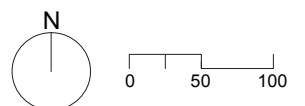


Pablo J. Cabeza Martínez



- EDIFICACIONES
- AUTOVÍA
- RÍO SEGURA
- JARDINES
- RECINTO CUARTEL DE ARTILLERÍA
- PABELLONES CONSERVADOS
- PABELLONES MODIFICADOS
- EDIFICIOS REPRESENTATIVOS
- EJES PRINCIPALES DE COMUNICACIÓN DEL BARRIO
- INACUA
- NUEVA CONSTRUCCION DEL PARKING CUARTEL DE ARTILLERÍA
- NUEVA CONSTRUCCION INSTITUTO DE EL CARMEN

2009





### 3.1.3 Origen y evolución del Cuartel de Jaime I el Conquistador

## Cuartel de Jaime I el Conquistador



IMAGEN 36: Pabellón principal del Cuartel de Jaime I el Conquistador.

*...El ámbito temporal de este análisis histórico, comprende todas las épocas, desde el «primer origen» del monumento hasta nuestros días, sin primar en principio ninguna época sobre las demás.*

*(L.R.O. Primera etapa: el conocimiento. Pag. 41)*

En la primera mitad del siglo XX el Ministerio de Defensa decidió levantar en Murcia un recinto para alojamiento y actividad militar, para suplir las necesidades de este tipo de instalaciones en la localidad, según se aclara en los primeros puntos del proyecto:

*<1-Necesidad de la obra. —*

*Indicada ya en el tanteo que se remitió a la Superioridad, a causas del plan general de acuartelamiento se ordenó que el regimiento de Infantería de Sevilla nº 33 viniese de guarnición a esta Plaza y no disponiendo en la misma de local adecuado para alojamiento ni provisional ni definitivo es necesario construir un Cuartel de nueva planta para el alojamiento del mismo en el solar ofrecido por el Excmo. Ayuntamiento entre la Calle de Cartagena y el río Segura.> (El Comandante General de ingenieros 1920 PROYECTO DE CUARTEL PARA UN REGIMIENTO DE INFANTERIA, pag 1).*

IMAGEN36: AGRM. Artículo de Carlos Valcárcel "Elogio de la piedra. Edificios singulares" en FERNÁNDEZ AGUILAR, A.: "Las Postales del Ayer. Memoria gráfica de Murcia" La Opinión de Murcia, 1993.

El proyecto original se comenzó a plantear sobre 1919, pero fue a finales del 1921 principios de 1922 cuando comenzaron las obras del cuartel Jaime I el Conquistador en la calle Cartagena. El solar donde se emplaza el complejo, fue cedido por el ayuntamiento de Murcia debido a su idónea ubicación, ya que por una lado se encuentra el río Segura y una de la principales acequias de la huerta de Murcia (Almohajar), lo que les proporcionaba un suministro directo de agua y una vía directa para la evacuación de aguas de todo el cuartel. Por otro lado, se encuentra bastante cerca de la estación de ferrocarril de El Carmen y los principales ejes de comunicación de la ciudad. Todas estas características se tuvieron en cuenta en la ejecución del proyecto tal como se plasma en la descripción de la localidad del mismo.

*<La historia del actual Cuartel de Artillería Jaime I arrancó casi con el siglo pasado. Y también en una época de crisis económica. En enero de 1921, en una 'nota oficiosa' del Ayuntamiento de Murcia, exigió al Gobierno que iniciara las obras del nuevo cuartel. La Comisión de Policía Urbana, enterada de la instancia presentada por unos obreros «sobre la crisis que atraviesan por falta de trabajo y de obras»...> (La Verdad 04/07/2010).*

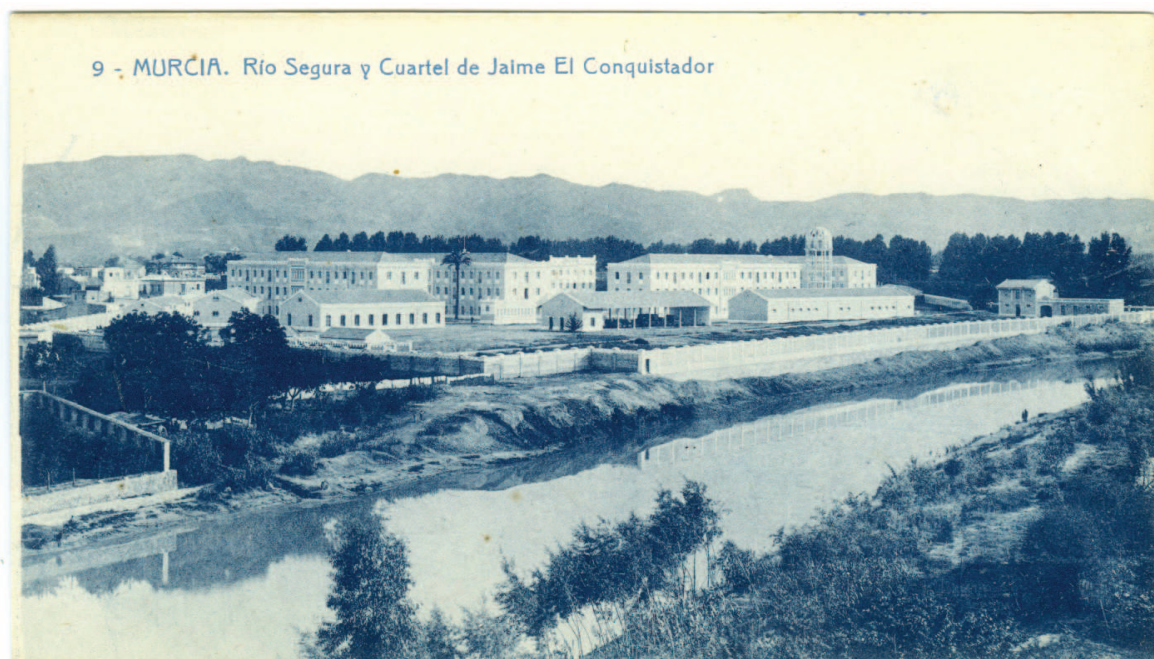


IMAGEN37: Margen derecha de la fachada fluvial del río Segura a su paso por el Cuartel de Artillería.

IMAGEN37: AGRM. Artículo de Carlos Valcárcel "Elogio de la piedra. Edificios singulares" en FERNÁNDEZ AGUILAR, A.: "Las Postales del Ayer. Memoria gráfica de Murcia" La Opinión de Murcia, 1993.



## &lt;3º-Descripción de la localidad. –

El solar sobre el que ha de ir emplazado el Cuartel que nos ocupa está situado al S. de la población y dentro de ella; mide una superficie de 65.694,50 metros cuadrados; linda por el N.O. con el río Segura por el S. y S. E. con la calle de Cartagena, y por los otros lados con huertas de particulares tiene la forma de un polígono irregular de quince lados y está como puede verse en el plano de situación (hoja 1) cerca de la Estación de ferrocarril y de la carretera de Alcantarilla, nudo de comunicaciones de la provincia. El terreno está en la actualidad dedicado a huertas y dotado de varios cauces de agua dulce para el riego, de los cuales hay que respetar el llamado acequia de Almohajar, que se ve indicado en los planos y en el cual se proyecta un nuevo cauce rectificado para hacerlo más corto, y cubierto para evitar accidentes, y como linda con el río, Segura, del cual le separa solamente un camino de sirga, está en buenas condiciones, tanto para abastecerse de agua, como para evacuar las residuales y excerta al río.



IMAGEN 38: Plano de las acequias de Murcia. (Acequia Almohajar a su paso por el Cuartel de Artillería). Anexos: Doc.3

La superficie de solar es sensiblemente horizontal, siendo necesaria elevar la cota general la cantidad indicada en los perfiles (hoja nº 1) y sobre la resultante aún se proyecta elevar el piso de algunos pabellones para evitar la humedad. El subsuelo está formado por una capa de tierra vegetal de 1,50 metros de altura y arena y acarreo mezclados con légamos, no siendo factible hacer la cimentación a más de 1 kilogramo a 1.500 kilogramos por centímetro cuadrado de presión sobre el terreno, y como por otra parte el profundizar buscando firme de grava y arena limpia, sería muy costoso por la zanja con estibación y agotamiento necesario y la profundidad a que se encuentra dicha capa, que no es de todos los puntos igual, pero que por término medio es de 7,00 metros por lo cual se resuelve el problema cimentado sobre losa continua de hormigón armado.>

(El Comandante General de ingenieros 1920 PROYECTO DE CUARTEL PARA UN REGIMIENTO DE INFANTERIA, pag 5).

IMAGEN 38: Servicio de Patrimonio de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. (SP.CARM)

Pablo J. Cabeza Martínez



El conjunto se componía originalmente de 22 edificaciones de estilo ecléctico con numerosas referencias decorativas de estilo andalusí y articulados entorno a un gran patio central de armas, junto con un depósito de agua bellamente decorado con azulejería. El proyecto del nuevo cuartel, fue diseñado en estilo neomudejar o “mudéjar español” por el comandante de ingenieros Tomás Moreno Lázaro, alcanzando un presupuesto de 2.225.000 de pesetas. *<Una de las particularidades del Cuartel reside en su hormigón. El cemento fue importado de la ciudad francesa de Marsella y fue una las primeras construcciones en las que se incorporó el hormigón armado en una construcción española>*, (Ángel Esquembre, aparejador jubilado del Servicio Militar de Construcción de Defensa).

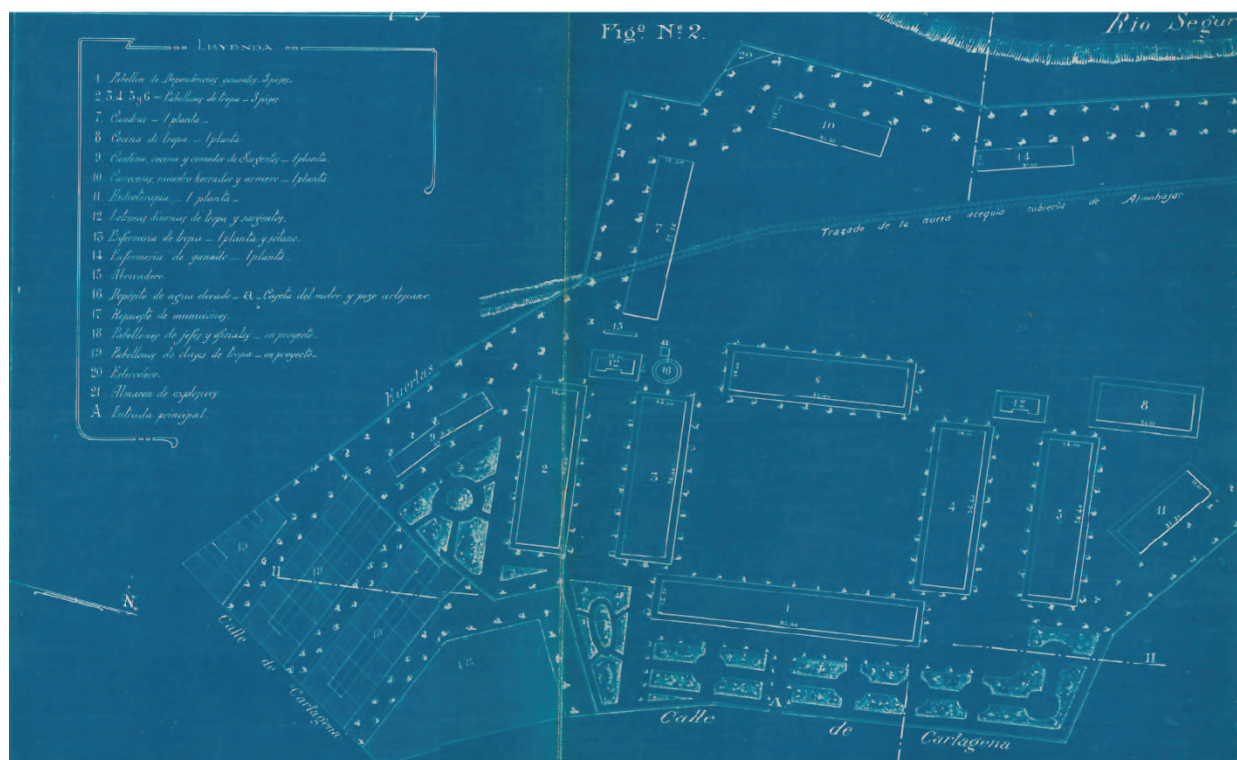


IMAGEN 39: Plano de la distribución original del cuartel.

Finalmente el complejo se terminó en junio de 1925 y sus instalaciones fueron ocupadas el martes 1 de Diciembre del mismo año, por los componentes del Regimiento de Infantería de Sevilla, denominado popularmente “El peleador”.

### **<Los bizarros infantes de 'El Peleador':**

*Llegaron a Murcia, como si de un anhelado regalo se tratara, el Día de Reyes de 1926. De hecho, la ciudad los recibió como el más valioso presente, adornados los balcones con guirnaldas, banderas nacionales y mantones de Manila, al son de la Marcha Real, cuajadas las calles de vecinos alborozados y los balcones del Ayuntamiento de mozas que lanzaban sobre ellos, como si desfilara la Patrona, flores y piropos. Era el batallón expedicionario del Regimiento de Infantería Sevilla, que ocupaba su nueva sede: el flamante cuartel de la calle Cartagena.>* (La Verdad 04/07/2010).

IMAGEN 39: Proyecto de cuartel para un regimiento de infantería en Murcia. Archivo Militar Comandancia de Obras Nº 2 de Granada (“AMC2G”).

Pablo J. Cabeza Martínez

A partir del 1954 el Cuartel acogió a la Brigada Paracaidista del Ejército de Tierra y más recientemente al regimiento de artillería de campaña RACA 18 hasta principios de los años 80, cuando este complejo se vio afectado por la reorganización del Ejército de Tierra de España conocida también como “Plan NORTE”, en el que se pretendía culminar la transformación del Ejército territorial para convertirlo en “un ejército con vocación y capacidad de proyección exterior”. Así pues, en mayo de 1997 el grupo militar abandonó el acuartelamiento, y se firmó un acuerdo por el cual se cedieron las instalaciones militares del cuartel de artillería de la calle Cartagena para uso civil. La custodia del mismo, pasó a cargo de una dotación de la Policía ese mismo día.

La cesión del Cuartel se realizó a cambio de un solar en Las Atalayas de unos 9650 m2 y con un valor de 834 millones de pesetas cuyo uso urbanístico solo podía ser para equipamientos, áreas comerciales e instalaciones deportivas, además de un pago de 90 millones de pesetas en 5 años, ya que el valor del cuartel según el ministerio (1400 millones de pts.) era superior al del solar en las Atalayas. Durante las negociaciones, el departamento de Urbanismo del Ayuntamiento de Murcia, amenazó con que si el ministerio no se avenía a razones, tenía la potestad de catalogar los terrenos como zona de equipamientos y declarar los edificios como BIC (Bien de Interés Cultural) de forma que no se pudiera intervenir en ellos perdiendo así su valor comercial.

A Finales de 1998 comenzaron las obras de urbanización del complejo militar. El primer objeto de intervención, fue el pavimento del patio de armas, cuya obra consistió en la colocación de adoquines de color, gris, azul y rojo formando figuras geométricas para proporcionar cierto dinamismo al patio, esta intervención se extendió hasta la parte oeste con el fin de integrar también en el mismo espacio un depósito elevado de agua que data de principios de siglo y se encuentra justo detrás de uno de los pabellones; este proyecto fue elaborado por el ingeniero municipal Juan Antonio Blanco, en dicha intervención se instaló la iluminación en el perímetro de la plaza, colocando cuatro grandes mástiles en la esquinas y unas columnas que están integradas en los 18 bancos de estilo Gaudí (de azulejos rotos en blanco y azul) distribuidos por el perímetro de la plaza, el proyecto también incluía la iluminación del depósito de agua de principios de siglo y la colocación de adoquines en su base para realzarlo. Todo este espacio



IMAGEN 40: Estado actual del patio de armas.

IMAGEN 40: <http://www.minube.com/fotos/rincon/349761/1845161>

Pablo J. Cabeza Martínez

abierto, se creó con el objetivo de realizar exposiciones al aire libre, conciertos, etc. Otra de las actuaciones que contenía el proyecto de remodelación, es la plantación de una fila de árboles justo en el lateral de Ronda Oeste. La intención de los técnicos es que creciera una especie de seto que sirviera de barrera contra el ruido de los automóviles que circulaban por dicho vial.

El jardín del Cuartel de Artillería fue la primera zona de las instalaciones militares que se abrieron al público para su uso y disfrute, proporcionando a forma de pulmón, una zona ajardinada y de recreo, al congestionado barrio del Carmen, caracterizado por aquel entonces por su alta densidad urbanística. Durante las sucesivas intervenciones realizadas sobre el complejo, solo se conservaron los 6 pabellones principales, el depósito de agua y dos urinarios que se reciclaron para albergar en



IMAGEN 41: Estado actual del depósito de agua.

su interior los transformadores eléctricos. Todos los demás inmuebles del recinto fueron demolidos, así como las pistas deportivas y la piscina del club de suboficiales.



IMAGEN 42: Jardín del Cuartel de Artillería visto desde la calle Cartagena.

A mediados de 1999 se comenzaron las primeras actuaciones para la rehabilitación de los pabellones. El Cuartel de Artillería, situado en el barrio del Carmen, se catalogó dentro del Plan Especial del Conjunto Histórico de Murcia con un nivel de protección parcial, de grado 2 de protección (Se deberá conservar la volumetría original de los inmuebles, la estructura portante fundamental, la composición de huecos en todas

IMAGEN 41: Archivo propio.

IMAGEN 42: <http://www.descubriendomurcia.com/los-monumentos-naturales-de-la-ciudad-de-murcia/>

Pablo J. Cabeza Martínez



sus fachadas, los elementos compositivos y ornamentales más significativos tales como el empleo de la azulejería, el revoco de color, el empleo de moldura, etc.) (Anexos: Doc.6) aunque posteriormente fue reducido a grado 3 para poder intervenir en el edificio y reforzar las estructuras, tal como se recomendaba en el estudio del estado general del edificio que se hizo en el año 2000 con objetivo de cumplir las normas de seguridad que establecía la legislación vigente.

La primera entidad con intención de dar uso a uno de los edificios fue la universidad de Murcia, que realizó una inversión de 350 millones de pesetas para dotar al pabellón nº 4 de distintos usos y servicios universitarios. La universidad encargó al arquitecto Roque Salinas el proyecto de rehabilitación de la fachada y el interior del pabellón. Posteriormente también se cedió a la consejería de cultura uno de los 6 pabellones, el cual, se destinó a la implantación del actual centro de artes plásticas Jose María Párraga. En otro de los pabellones cedidos por el Ayuntamiento al Ministerio de Educación y Cultura, se construyó el actual Conservatorio Superior de Música. Durante bastante tiempo, también se planteó el trasladar algunas de las consejerías y archivos municipales a los dos edificios que quedaron sin intervenir, aunque dicho proyecto no se llevó a cabo, ya que desfavorecía la centralización de estos organismos actualmente ubicados en la Pza. Cardenal Belluga. A parte de los 6 pabellones con los que contaba el conjunto del acuartelamiento, éste también disponía de una amplia extensión de terreno que se destinó a la construcción del actual Instituto Público del Carmen, la ampliación del Colegio Público "Los Álamos" y la implantación de un complejo deportivo con piscina olímpica (25 x 50 m) y multitud de instalaciones como gimnasio, pista de squash, sauna, etc., también conocido como INACUA, que ofrece unos servicios al barrio del Carmen, que no disponía de instalaciones de este tipo anteriormente. Otra de las actuaciones más conocidas en el entorno del acuartelamiento, fue la construcción de un amplio aparcamiento público subterráneo, con una superficie construida de 16.734 m<sup>2</sup>, para paliar la falta de aparcamiento en el barrio, el arquitecto autor el proyecto fue Jose María Torres Nadal y se realizó entre los años 2002 y 2004 proporcionando 588 nuevas plazas de aparcamiento al barrio.



IMAGEN 43: Complejo deportivo INACUA.

IMAGEN 43: Archivo propio.

Pablo J. Cabeza Martínez

Durante las sucesivas intervenciones, Urbanismo obligó a mantener todas las fachadas del Cuartel de Artillería, así como la caja de escalera y el vestíbulo de entrada del módulo principal, también se realizó una intervención específica para arreglar las grietas, con objetivo de mantener las características originales de los inmuebles y la homogeneidad de todo el complejo. Por el contrario, sí se permitió actuar en la estructura para reforzarla y hacer que ésta cumpliera con los mínimos exigibles para la apertura al público del pabellón.

Las obras de rehabilitación del pabellón que actualmente acoge la biblioteca del río Segura se realizó entre los años 2002 y 2003 con un plazo de ejecución de 18 meses, costando cerca de los 2,5 millones de euros. La financiación de este proyecto, corrió a cargo de la Unión Europea que concedió al Ayuntamiento un programa de actuación para intervenir en el edificio. Según el proyecto redactado por técnicos de la concejalía, la fachada, fue lo único que se conservó. Todo el interior fue demolido por no cumplir las normas de seguridad que establecía la legislación vigente en cuanto a evacuación y barreras arquitectónicas. También se realizó la construcción del actual instituto del Carmen, ubicado en la parte posterior del Cuartel de Artillería junto al aparcamiento subterráneo, ambos proyectos del arquitecto Jose María Torres Nadal. El 13 de Diciembre de 2007, se abrió al público el renovado cuartel de Artillería, durante un acto que conmemoró el fin de las obras del proyecto de rehabilitación.

IMAGEN 44: <http://torresnadal.com/aparcamiento-publico-en-el-cuartel-de-artilleria-murcia/>

IMAGEN 45: <http://www.rmbm.org/bibliotecas/riosegura>

IMAGEN 46: Archivo propio.

Pablo J. Cabeza Martínez



IMAGEN 44: Parking del Cuartel de Artillería



IMAGEN 45: Biblioteca río Segura.



IMAGEN 46: Instituto del Carmen.

IMAGEN 44: http://torresnadal.com/aparcamiento-publico-en-el-cuartel-de-artilleria-murcia/

IMAGEN 45: http://www.rmbm.org/bibliotecas/riosegura

IMAGEN 46: Archivo propio.



### 3.1.4 Incidencia Social

Continuando con la metodología antes citada, era de suma importancia la redacción de este apéndice, ya que de forma directa y proporcional, la vida y evolución social del barrio del Carmen, ha estado estrechamente ligada al Cuartel Jaime I el Conquistador.

*Un tercer apartado —trascendental y, por ello, también ineludible— del análisis que nos ha de permitir el conocimiento global del monumento es el que hace referencia a las relaciones recíprocas entre el monumento y la sociedad en la que está inmerso.*

*El objeto de este análisis es la significación (referencial, emblemática, emotiva, incluso sentimental) y el valor de uso que tiene el monumento para la colectividad (en cualquiera de las escalas posibles, de la local a la universal), y las expectativas que desde estos puntos de vista despierta, así como el efecto que sobre el monumento (como documento, como objeto y como símbolo) sobre su materialidad y sobre su significación produce la apropiación y el uso que la sociedad hace de él.*

*(L.R.O. Primera etapa: el conocimiento. Pag. 53)*

Como se ha comentado en los puntos anteriores, el Cuartel de Artillería Jaime I el Conquistador, junto con el resto de edificaciones representativas del barrio del Carmen, conforman la maquinaria que hizo posible la evolución y desarrollo del mismo.

De esta forma, la vida propia de “El Barrio” ha ido cambiando y evolucionando a lo largo de la historia, en función de las diferentes etapas por las que han pasado sus denominados motores de desarrollo. En especial, la zona circundante al Cuartel de Artillería, ha sufrido estos cambios de forma muy intensa, ya que con su construcción y más aún, cuando estaba pleno funcionamiento este conjunto daba alojamiento a un gran número de personas, con todo lo que eso conlleva. El barrio, tenía que dar sustento a todo el regimiento militar, ya fuese con suministros de alimentación, locales de ocio, servicios de transporte, etc. Es por ello que cuando finalizó el uso militar del complejo, esta zona del barrio, sufrió una etapa de decadencia, ya que supuso un notable perjuicio, debido a la escasa demanda de todos los servicios de la zona que estaban enfocados al personal militar del cuartel. Por lo que todos los locales y comercios tuvieron que “cruzar el río” y trasladarse a la zona del centro donde había una mayor afluencia de público.

Después del cierre de las instalaciones del cuartel, esta zona del barrio quedó en cierto modo descuidada, y no fue hasta el comienzo de las diferentes rehabilitaciones de los pabellones y su entorno, cuando El Barrio, comenzó a vivir una segunda juventud, pues con la apertura de los jardines y la utilización de los pabellones como centros culturales y sociales, la zona comenzó a recuperar la vitalidad que tuvo en otra época.

### <Arrancan las obras de urbanización del Cuartel de Artillería

*El Ayuntamiento ha adjudicado esta semana las obras de urbanización del Cuartel de Artillería a la empresa Construcciones Hermanos Chelines, S.A, tras estudiar seis propuestas.*

*El proyecto de urbanización consiste en la pavimentación, con piedra de la Región, de todo el recinto, así como la instalación de mobiliario urbano (bancos, papeleras) Además, se colocarán fuentes y vegetación en la zona.*

*Alrededor del recinto se creará un paseo semicircular al que sólo se podrá acceder en bicicleta y andando. Además, tendrán acceso los vehículos de mantenimiento y aquellos que utilicen el aparcamiento del Cuartel. Este paseo estará lleno de peanas y expositores para poder colocar esculturas y realizar muestras de arte al aire libre.*

*Las obras comenzarán en breve y el plazo de ejecución previsto es de cuatro meses. El Ayuntamiento invertirá 2.755.860 euros en el proyecto de urbanización del Cuartel de Artillería.> (La Verdad 13/10/2006).*

Es, por todo este conjunto de acontecimientos a lo largo de la historia entorno al Cuartel de Artillería, que ha de valorarse al mismo, no solo como un conjunto de edificaciones con ciertas características constructivas, si no como una entidad que ha propiciado notables cambios en la zona a lo largo de su vida y ha sabido adaptarse a la época, según cambiaba el entorno y la sociedad.

### 3.1.5 Evolución Constructiva

*Con el trabajo que denominamos «Estudio histórico-constructivo» se persigue, a la luz de la historia de la construcción en general y de la historia del objeto en particular, la determinación con la máxima fidelidad de cómo se desarrolló el proceso de proyección y construcción del monumento, y de los procesos posteriores de transformación, deformación, desequilibrio, deterioro o destrucción. (En palabras de José Luis González, no se trata sólo de saber «cómo fue el edificio», sino «cómo llegó a ser y cómo ha ido siendo»).*

*(L.R.O. Primera etapa: el conocimiento. Pag. 43)*

La primera constancia que se tiene sobre el Cuartel de Jaime I el Conquistador data del 1919 y son unos planos en los que se proyecta el acuartelamiento provisional en que residiría de forma temporal el regimiento de infantería Nº33 de Sevilla, antes de que comenzaran las obras del Cuartel principal.

Esta construcción provisional ocupaba cerca de 21.600 m<sup>2</sup>, un tercio del terreno total cedido por el ayuntamiento de Murcia. Se componía de 21 construcciones de diferentes tipologías y usos.

1. Barracón de Dependencias generales.

2.2.2 Dormitorios de las 8 Compañías.

3.3 Dormitorios de las 2 Compañías de ametralladoras.

4. Cuadras y almacén de las 2 Compañías de ametralladoras.

5. Dormitorio de música.

6. Cocinas y Comedor de Sargentos.

7. Hidroterapia.

8. Almacén

9. Cuadras y Dormitorios conductores

10. Cobertizos de carros.

11. Depósito de agua elevado para la distribución.

12. Fuente.

13. Fosa séptica.

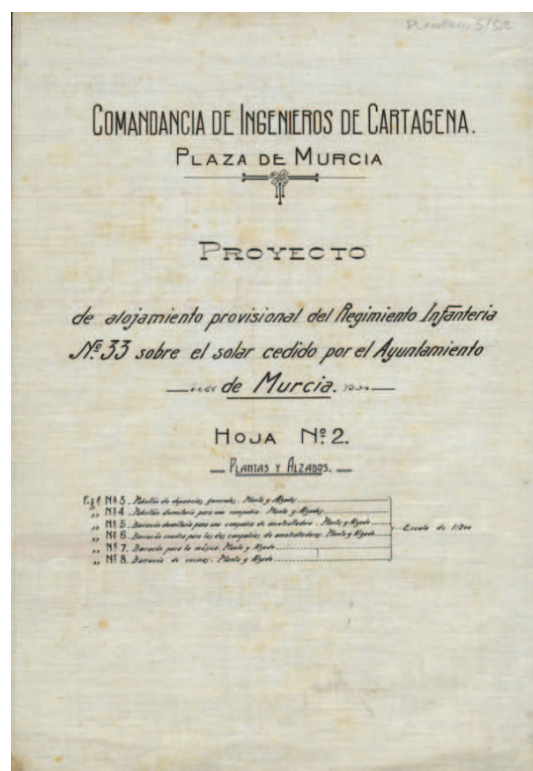


IMAGEN 47: Proyecto acuartelamiento provisional

IMAGEN 47: SP.CARM

Pablo J. Cabeza Martínez



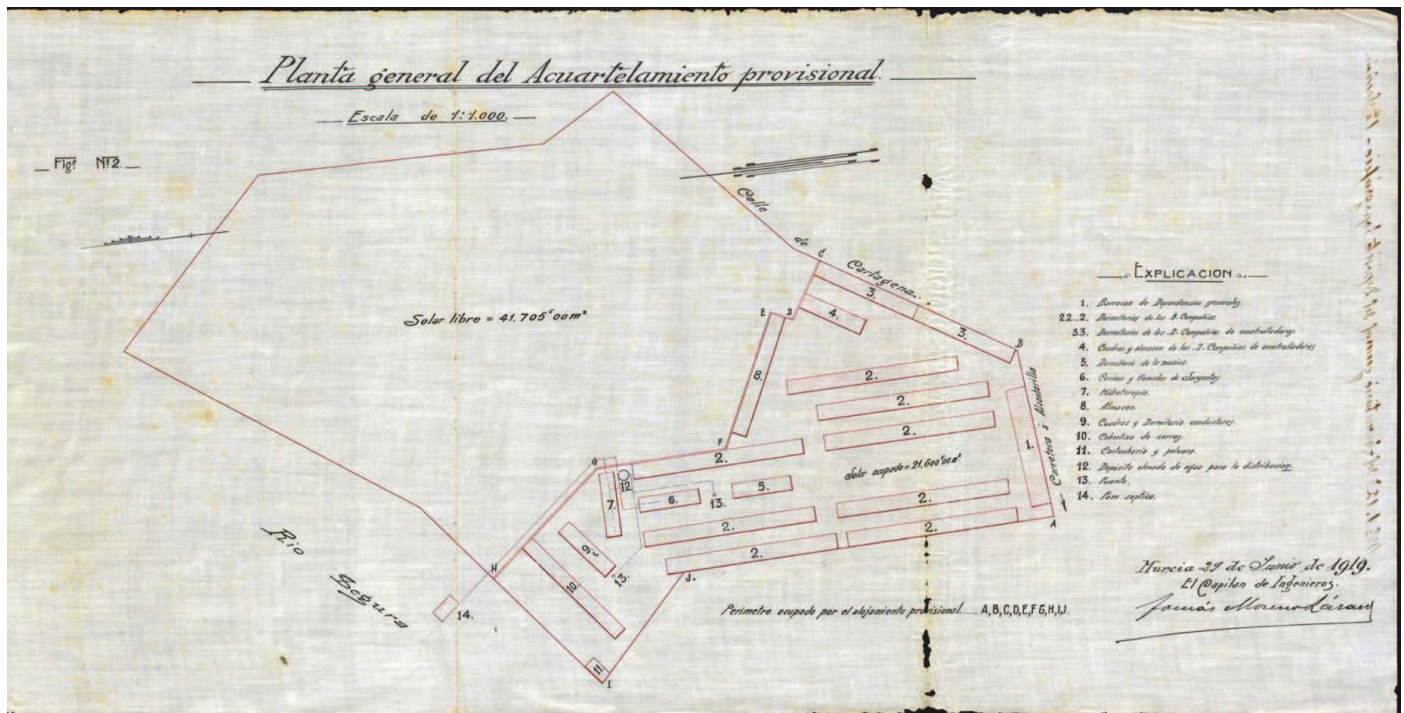


IMAGEN 48: Distribución del acuartelamiento provisional.

Las construcciones de este acuartelamiento provisional, mantenían la distribución clásica en los acuartelamientos militares de la época, de forma rectangular, en primera planta, muy alargados y pabellones diáfanos para los dormitorios de tropa.

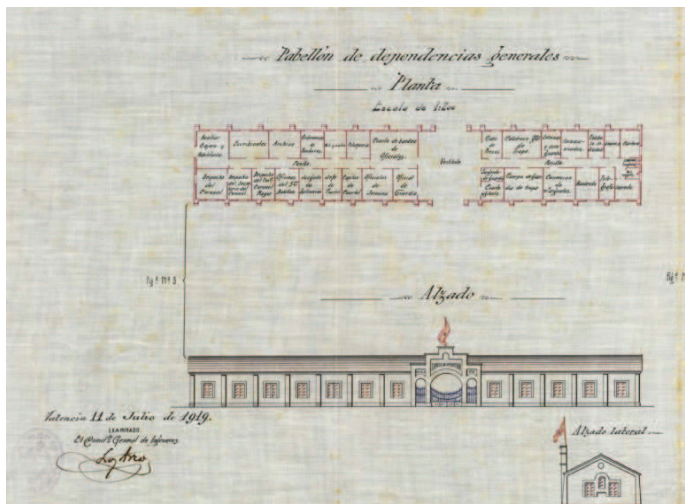


IMAGEN 49: Alzado pabellón dependencias generales.

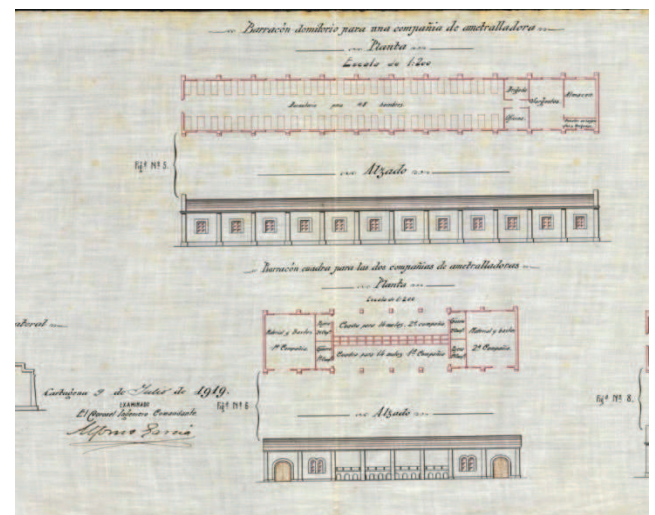


IMAGEN 50: Alzado barracon dormitorio.



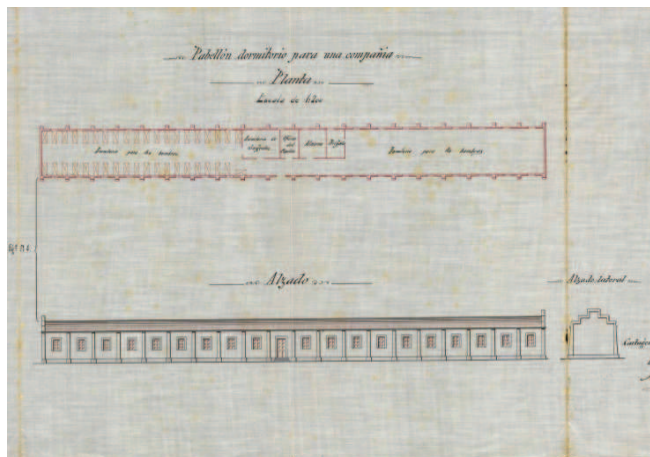


IMAGEN 51: Azado pabellón dormitorio.

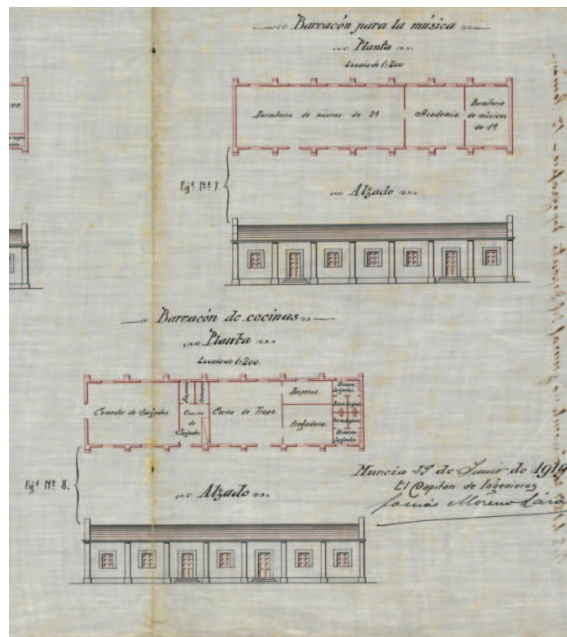


IMAGEN 52: Azado barracón música y cocinas

La distribución definitiva del Cuartel, se componía por 22 construcciones de diferente tipología y tamaño según las diferentes necesidades de un cuartel de esta magnitud, aunque a lo largo de su historia sufrió numerosas modificaciones, quitando edificios, añadiendo otros o modificando el uso de alguno de ellos para adaptarlos a las necesidades del momento.

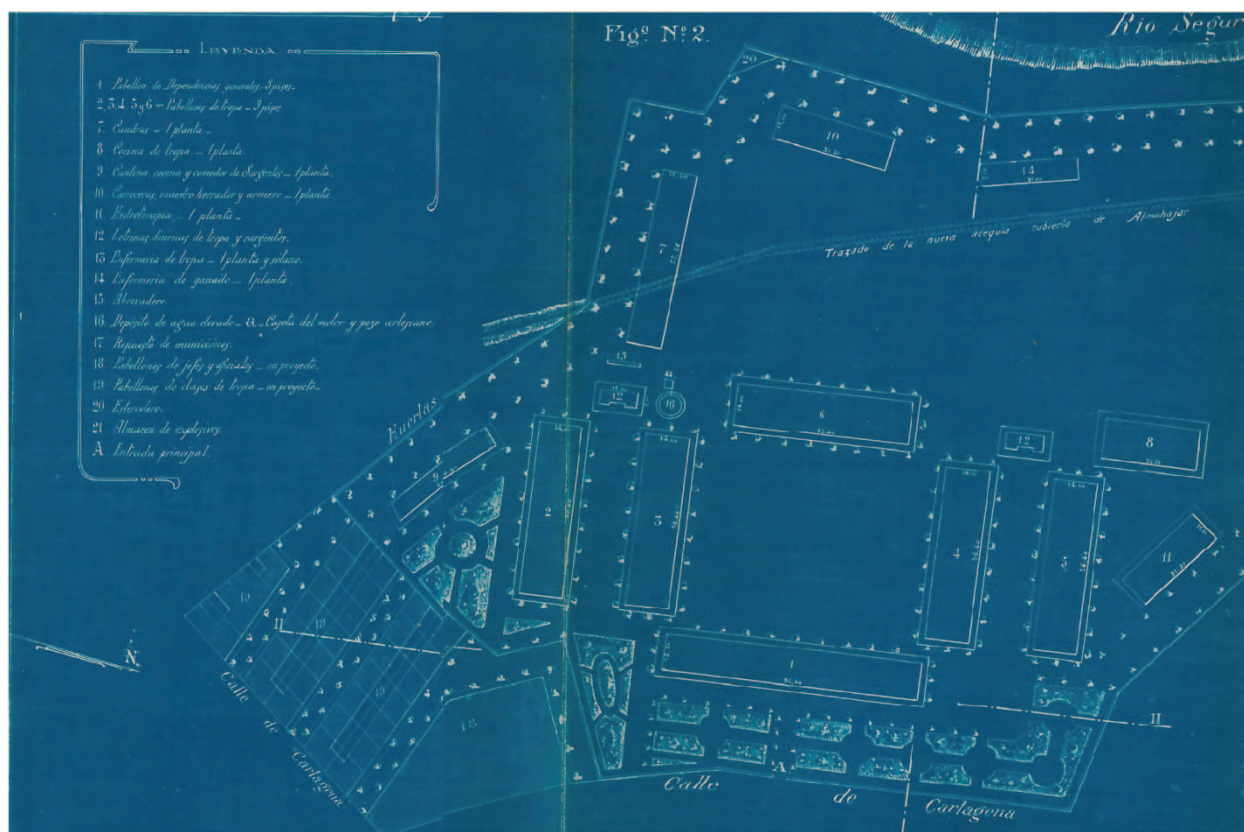


IMAGEN 51, 52: SP.CARM

IMAGEN 53: Plano general y leyenda del cuartel (1919). Proyecto de cuartel para un regimiento de infantería en Murcia. AMC2G. Pablo J. Cabeza Martínez

Las distintas edificaciones que componían la totalidad del cuartel eran las siguientes:

1. Pabellón de Dependencias generales A– 3 pisos.
2. Pabellón de tropa 1– 3 pisos.
3. Pabellón de tropa 2– 3 pisos.
4. Pabellón de tropa 3– 3 pisos.
5. Pabellón de tropa 4– 3 pisos.
6. Pabellón de tropa 5– 3 pisos.
7. Cuadras – 1 planta.
8. Cocina de tropa – 1 planta.
9. Cantina, cocina y comedor de Sargento – 1 planta.
10. Carroceras, maestro herrador y armero – 1 planta.
11. Hidroterapia – 1 planta.
12. Letrinas diurnas de tropa y sargentos.
13. Enfermería de tropa – 1 planta y sótano.
14. Enfermería de ganado – 1 planta.
15. Abrevadero.
16. Depósito de agua elevado – Caseta del motor y pozo artesano.
17. Repuesto de municiones.
18. Pabellones de jefes y oficiales.
19. Pabellones de clases de tropa.
20. Estercolero.
21. Almacén de explosivos
- A. Entrada principal.

Como se ha comentado anteriormente, los usos de las diferentes edificaciones, fueron cambiando a lo largo de la historia, de ello nos queda constancia a través de los proyectos de adaptación obtenidos del archivo militar. Así pues en 1946 se cambió el uso del edificio "Dependencias Generales", para adaptarlo a una residencia de oficiales.

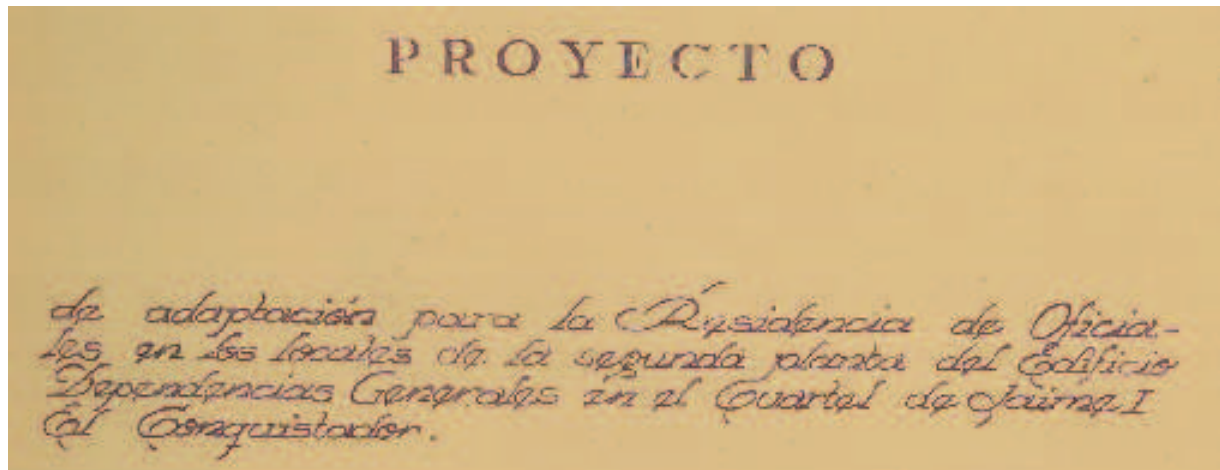


IMAGEN 54: Portada proyecto de adaptación para Residencia de Oficiales.

En la imagen a continuación, podemos ver el plano con parte de la nueva distribución que adquirió una vez realizada la rehabilitación del edificio.

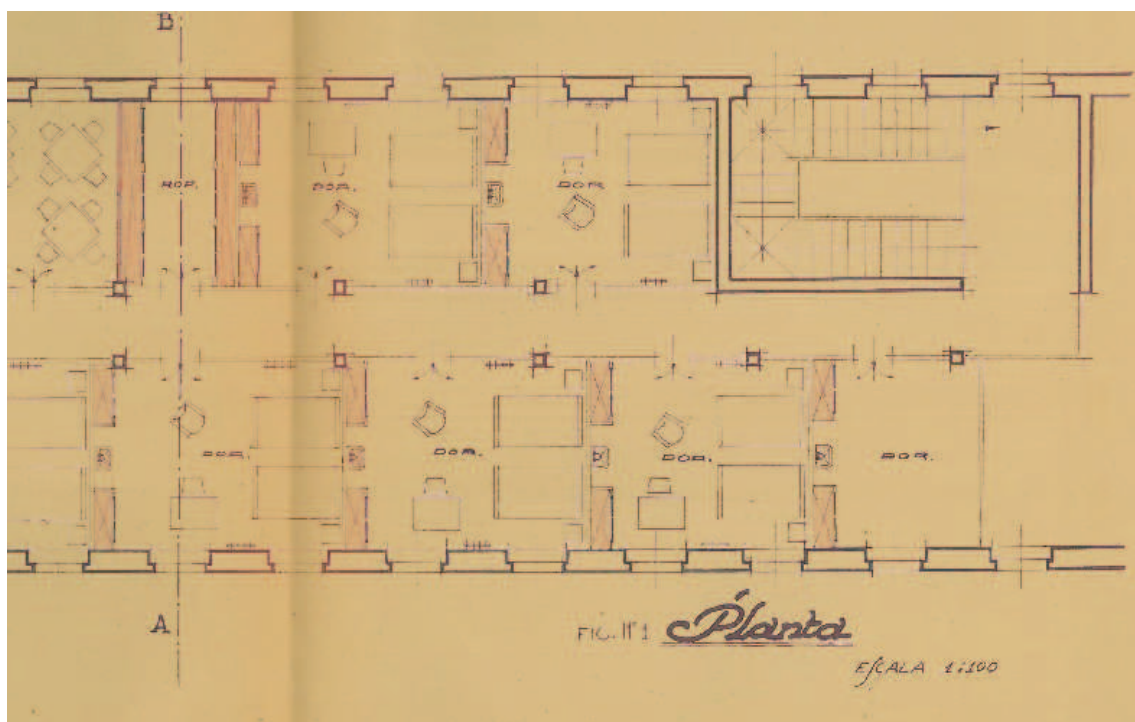


IMAGEN 55: Plano de distribución adaptación para residencia de oficiales.

IMAGEN 54,55 : Proyecto adaptación para la Residencia de Oficiales. Edificio de Dependencias Generales. AMC2G.



Otra de las rehabilitaciones documentadas en la historia del cuartel, fue la adaptación de un pabellón del acuartelamiento, para cumplir las funciones de enfermería. Esta intervención se realizó en 1949.



IMAGEN 56: Presupuesto proyecto de adaptación para Enfermería.

Debido a los numerosos cambios a lo largo de la vida del Cuartel, se han perdido varias construcciones de cierta importancia, para poder adaptarlo a los usos actuales del conjunto. Entre ellas, la verja que rodeaba todo el recinto del cuartel. La eliminación de la misma, supuso un evento plasmado numerosas veces en los diarios de la ciudad, ya que de esta manera se abrían de forma palpable las instalaciones del cuartel, pasando de su original uso militar, a formar parte de una zona de entretenimiento de uso público.

### **<La regeneración del Cuartel de Artillería supondrá la creación de un gran parque:**

*La transformación del recinto del Cuartel de Artillería permitirá asimismo construir un auditorio para 150 personas.*

*Esta primavera los vecinos del Barrio del Carmen y de toda la zona sur de la ciudad podrán comenzar a disfrutar de un nuevo "pulmón verde" para el esparcimiento y el ocio. Se trata del recinto del antiguo Cuartel de Artillería, un espacio público cuya regeneración supondrá la creación de un gran parque, de 15.000 m2 de zona verde, con área de juegos infantiles, auditorio y carril bici...> (La Verdad 12/03/2007).*

IMAGEN 56: Proyecto de cuartel para un regimiento de infantería en Murcia. AMC2G.

Pablo J. Cabeza Martínez



### <El Cuartel de Artillería se abre a la ciudad tras eliminar la verja.

*El recinto del Cuartel de Artillería quedó abierto ayer a toda la ciudad, después de la eliminación de la verja. La transformación permite que un área cerrada al uso público durante años pueda ser, a partir de ahora, un espacio del que los murcianos puedan disfrutar...> (La Verdad 14/12/2007).*

Esta verja, rodeaba el cuartel perimetralmente por todo su recinto. En la zona posterior del cuartel por la parte del río Segura y la zona de huerta, se componía de pilastras cuadradas de 50 cm de lado separadas 3.50 metros y unidas por un muro de unos 3 metros de altura.

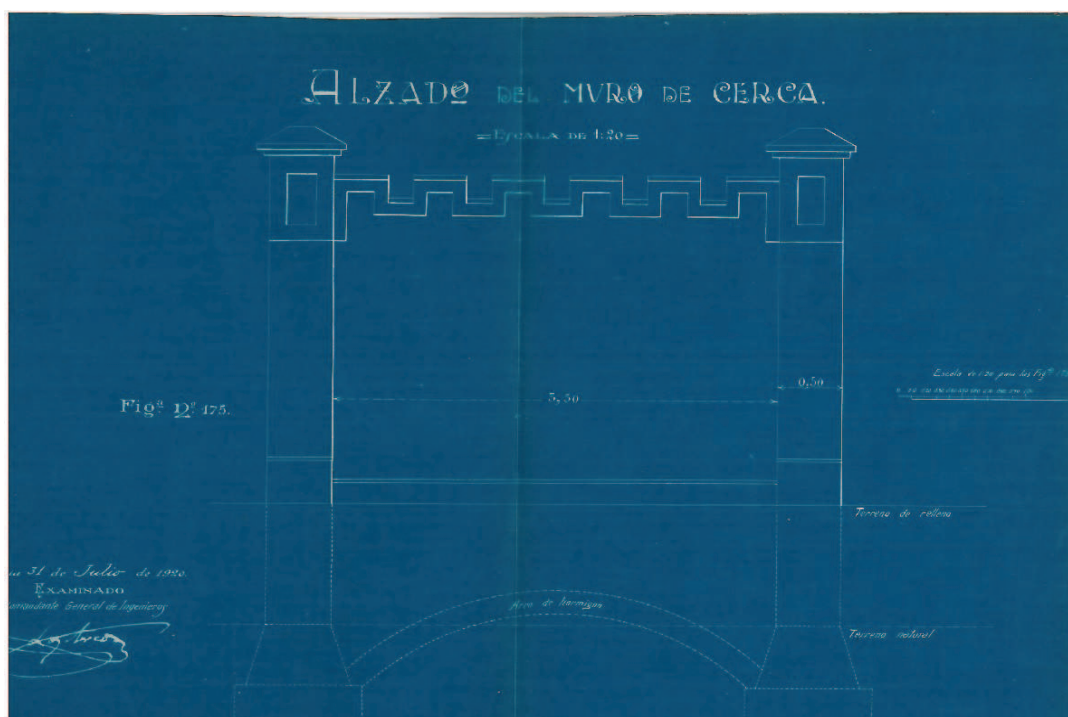


IMAGEN 57: Alzado del muro de cerca.

Este alzado cambiaba en todo su desarrollo a lo largo de la calle Cartagena para proporcionarle de un mejor aspecto visual. En esta zona, al igual que en la parte posterior la verja se componía por pilastras unidas entre sí por un muro, pero este tenía una altura de 80 cm, quedando todo el espacio libre entre pilastras cubierto por una verja metálica de hierro fundido.

IMAGEN 57: Proyecto de cuartel para un regimiento de infantería en Murcia. AMC2G.

Pablo J. Cabeza Martínez

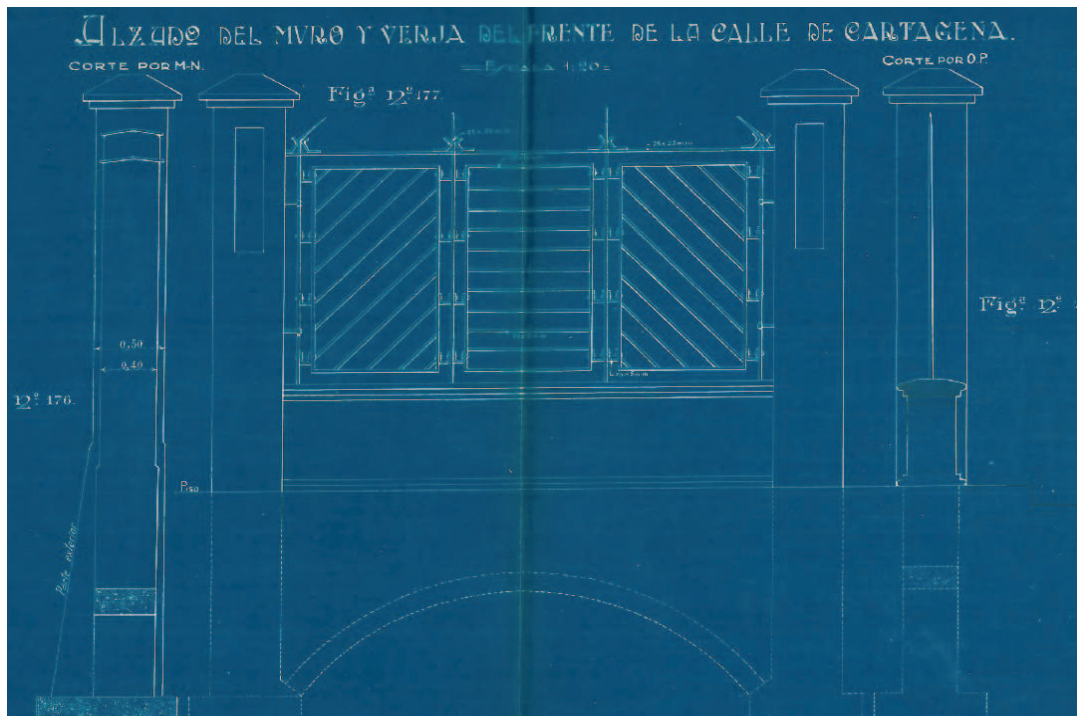


IMAGEN58: Alzado del muro de cerca (Frente de la calle Cartagena).

Esta parte de la verja más ornamentada tenía su máximo esplendor en la puerta de entrada, de la cual se conserva hoy en día únicamente los elementos de fábrica y la caseta desde donde se controlaba el acceso, mientras que los elementos metálicos y las letras que lo denominaban como "Cuartel de infantería" se retiraron.

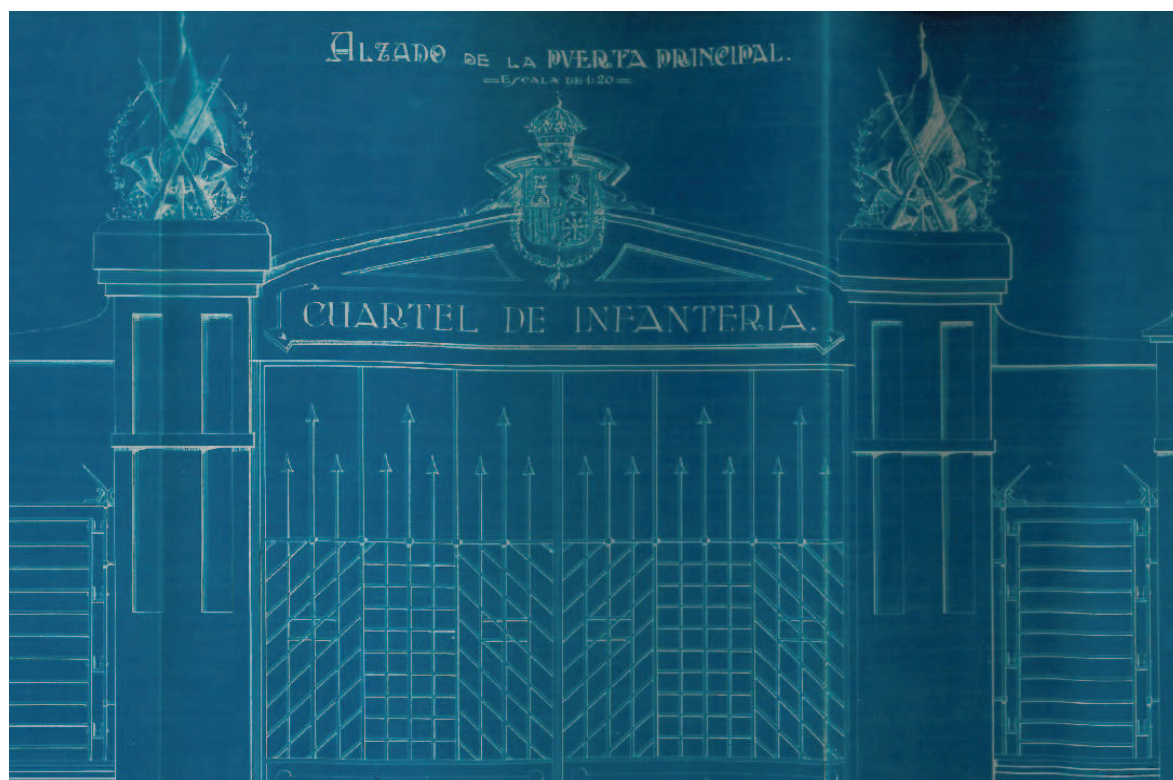


IMAGEN 59: Alzado puerta principal.

IMAGEN 58 y 59: Proyecto de cuartel para un regimiento de infantería en Murcia. AMC2G.

Pablo J. Cabeza Martínez

Otro de los elementos característicos que componían esta verja eran las garitas de vigilancia. Estas construcciones, son pequeñas torres con ventanas reducidas, generalmente colocadas en los ángulos más salientes de una muralla, y sirven de abrigo y protección para el personal destinado a labores de vigilancia.

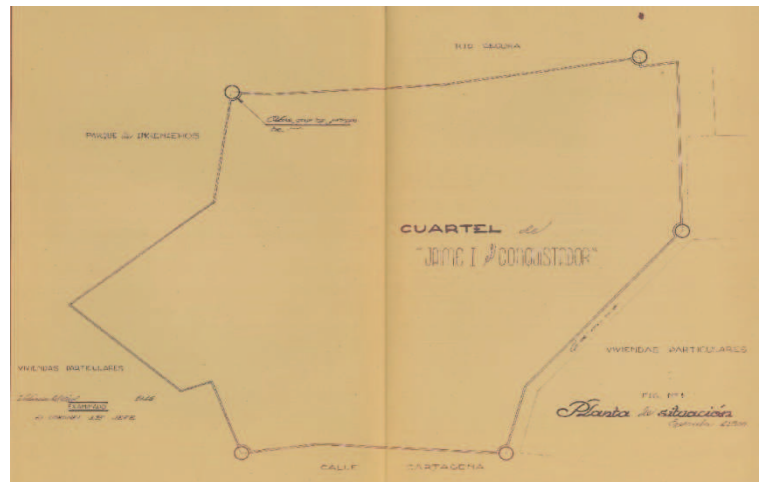


IMAGEN 60: Localización de las garitas en el muro de cerca.

En este caso, se distribuyeron 5 garitas, a lo largo del muro, para tareas de vigilancia. Estas garitas no formaban parte del proyecto original de la verja, y fue posteriormente en 1947 cuando se decidió construirlas. Al igual que la mayor parte del cuartel, se retiraron para la adecuación del entorno a su nuevo uso.

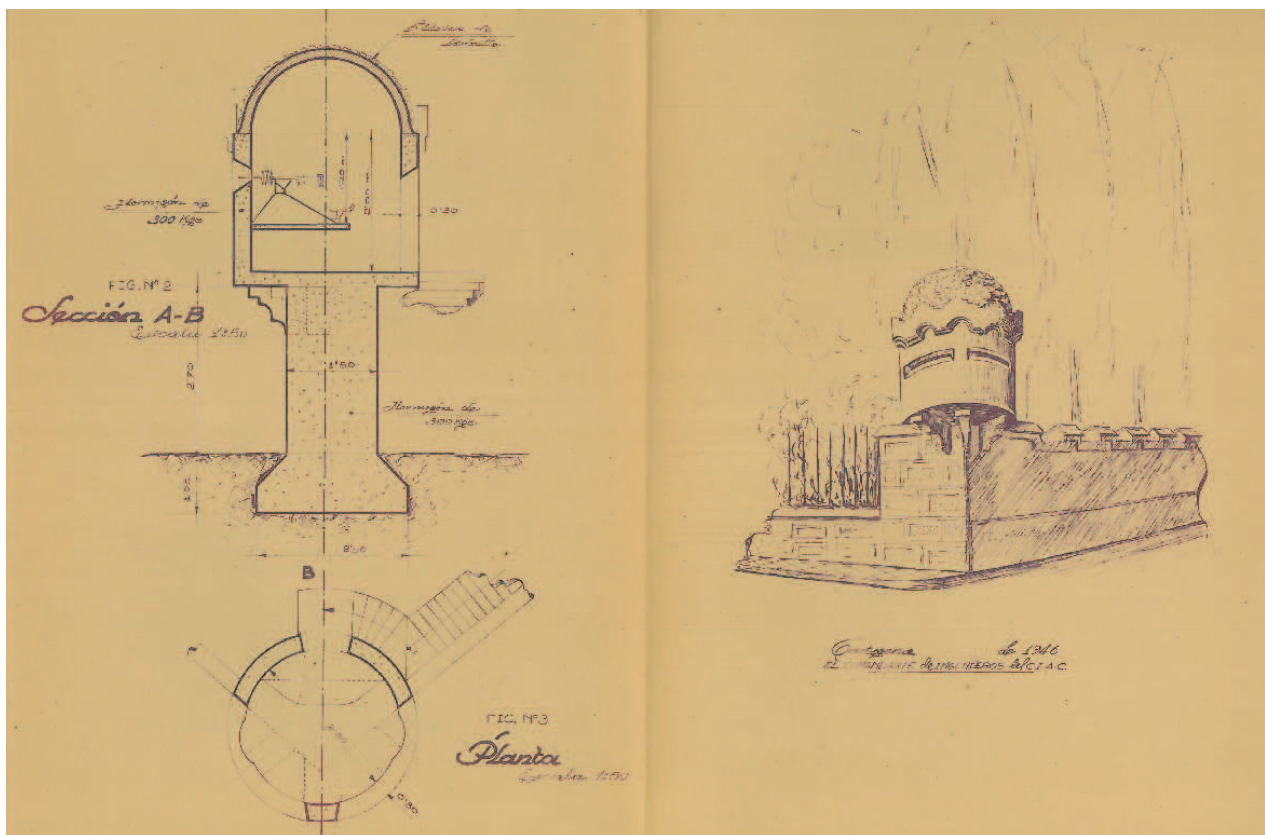


IMAGEN 61: Detalles diseño de las garitas.

IMAGEN 60 y 61: Proyecto de instalación de 5 garitas. AMC2G.



Debido a la localización del cuartel tan cercana al río Segura, el complejo contaba con un muro de contención para protegerse de las crecidas del río. Este muro de contención no se contempló inicialmente en el proyecto, sino, que durante los 5 años que duró la construcción del cuartel, se decidió que era necesaria su construcción, debido a la situación del cuartel respecto del río, siendo ésta una zona bastante propicia a verse inundada por las crecidas del río. (Ver Tabla 9: número de inundaciones por décadas en el siglo XX en Murcia). Es por ello, que cabe suponer el gran quebradero de cabeza que supusieron estas circunstancias durante la ejecución de la obra, y así se plasma en la memoria de ejecución del proyecto de ejecución de dicho muro.

### <1.- NECESIDAD DE LA OBRA...

*El solar cedido a Guerra por el Excmo. Ayuntamiento de esta Capital, sobre el cual se construye el Cuartel de Infantería de "Jaime el Conquistador", linda al N, O. con el río Segura en un frente cuadrado de 230 metros de longitud formado por dos líneas que forman una concavidad y que eran paralelas a la margen del río al ser replanteado el solar sobre el terreno, pero en los dos inviernos que lleva de construcción el Cuartel, las crecidas del río, por la configuración de la margen derecha que nos ocupa, vienen produciendo socavaciones que originan desprendimientos de tierras de dicha margen y que en los dos años citados, en el punto más combatido por el encuentro de la corriente, han llegado a ser de más de cuatro metros, hasta el punto de llevarse un pequeño camino de sirga y más de dos metros del solar.>*

*(Comandancia de Ingenieros de Murcia. Proyecto de construcción de un muro de contención en frente del río Segura para proteger el Cuartel de Infantería Jaime I el Conquistador. MEMORIA DESCRIPTIVA. 1924).*

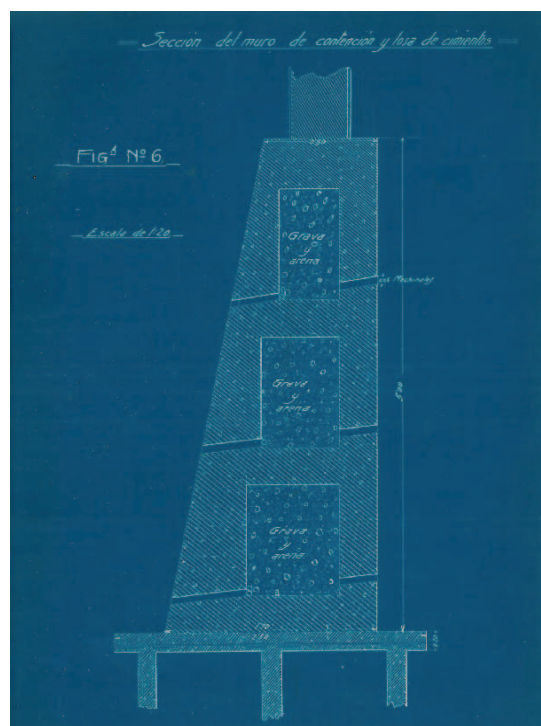


IMAGEN 69: Sección detalle del muro de contención.

IMAGEN 69: Proyecto de un muro de contención enfrente del río Segura para proteger el cuartel de infantería de "Jaime I el Conquistador". AMC2G.

Pablo J. Cabeza Martínez



A continuación, podemos observar en planta el desarrollo longitudinal y el perfil horizontal del muro de contención separando el margen derecho del río Segura del terreno correspondiente al cuartel.

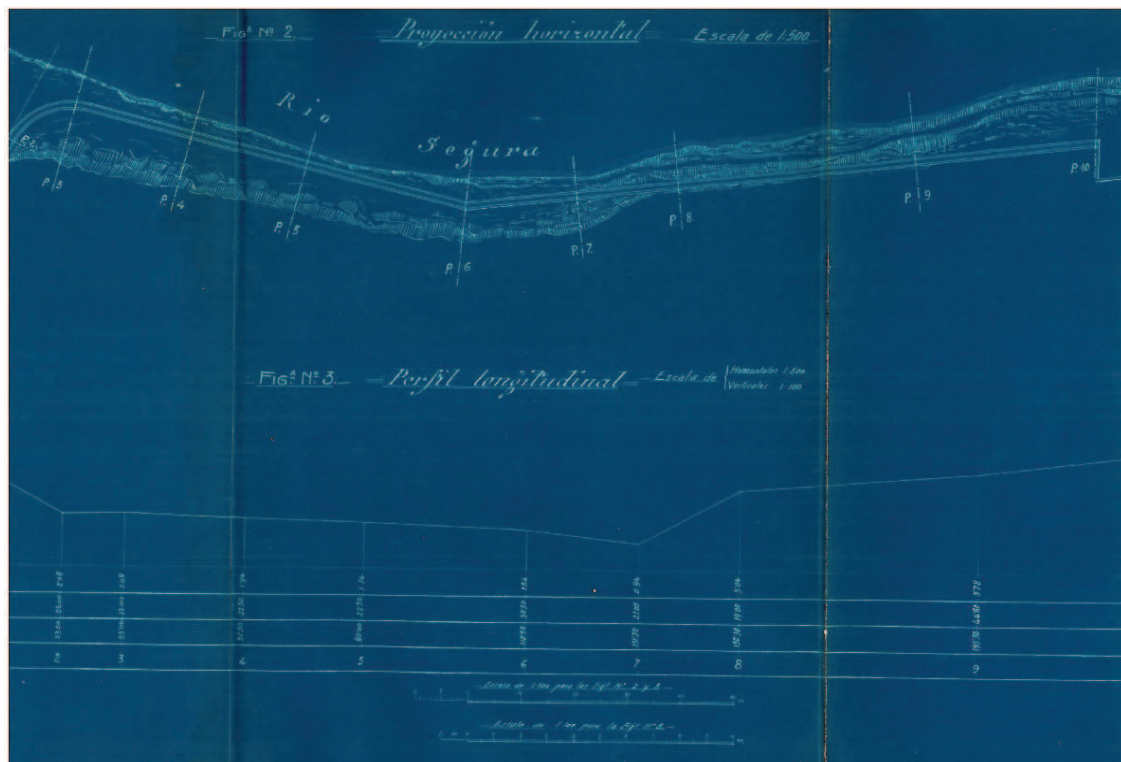


IMAGEN70: Planta de disposición del muro de contención junto al río Segura.

Aparte de los 6 pabellones que se decidieron conservar, también se decidió mantener el depósito de agua y las letrinas diurnas de tropa y sargentos, ya que tienen una riqueza artística acorde al resto de edificios del cuartel, manteniendo el mismo estilo neomudejar de los pabellones y la ornamentación con azulejería.

El depósito de agua de 20 metros de altura se encuentra entre los pabellones 2 y 3, junto a uno de los edificios de letrinas. Esta construcción destaca como un elemento representativo del cuartel, ya que sobresale por encima del resto de construcciones colindantes, y aunque actualmente no cumple ninguna función, nos da una visión contextualizada del uso original del conjunto.



IMAGEN 71: Localización del depósito de agua.

IMAGEN70: Proyecto de un muro de contención enfrente del río Segura para proteger el cuartel de infantería de "Jaime I el Conquistador". AMC2G.

IMAGEN 71: Proyecto de cuartel para un regimiento de infantería en Murcia. AMC2G.

Pablo J. Cabeza Martínez

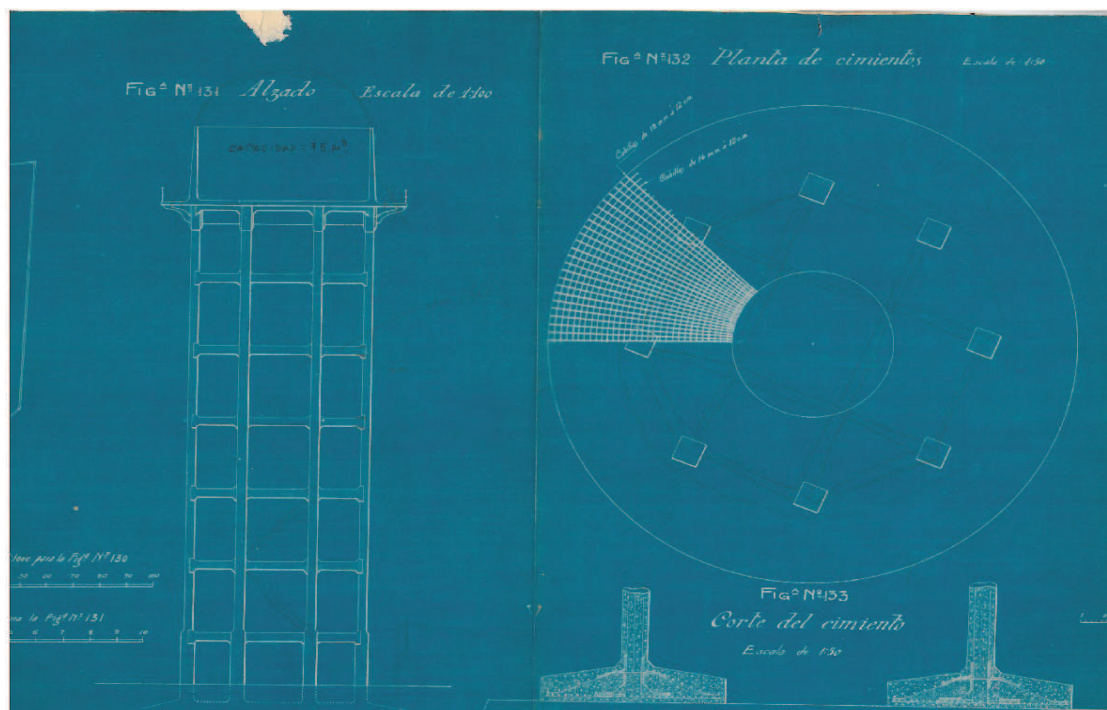


IMAGEN 72: Sección y planta detalle del depósito de agua.

El depósito originalmente se proyectó con una capacidad de 100.000 litros de agua, calculando 50 litros por persona y día y 40 por cada cabeza de ganado, a parte de la limpieza de carros y locales, más riego de jardines. Posteriormente durante la ejecución del mismo, decidieron que el cálculo inicial era excesivo y se construyó con una capacidad de 75.000 litros.

#### <8º Abastecimiento de aguas,

*Este se proyecta elevando por medio de un grupo hidroeléctrico el agua de un de un pozo artesano a un depósito de hormigón armado situado sobre castilletes del mismo material en 16 de 20 metros de elevación y de la cabida que luego detallamos, desde el cual parte la Red de distribución a los pabellones, baños, retretes, cocinas y bocas de riego.>*

*(El Comandante General de ingenieros 1920 PROYECTO DE CUARTEL PARA UN REGIMIENTO DE INFANTERIA, pag 32).*

IMAGEN 72: Proyecto de cuartel para un regimiento de infantería en Murcia. AMC2G.

Pablo J. Cabeza Martínez

Proyecto Final de Carrera

Arquitectura Técnica

Universidad Politécnica de Cartagena

Este elemento fue de los primeros en intervenir junto con el patio de armas, una vez que el cuartel pasó a depender del ayuntamiento de Murcia. En dicha intervención se pavimentó todo el patio de armas y la zona del depósito, proporcionando al mismo una iluminación directa mediante focos.



IMAGEN 73: Depósito de agua junto al edificio de letrinas y pabellones 1 y 2.

Otra de las construcciones conservadas del cuartel, como se ha comentado anteriormente, son las dos edificaciones que cumplían las funciones de letrinas diurnas de tropa y sargentos. Estas se sitúan a ambos lados del pabellón 3 como se indica en la imagen.

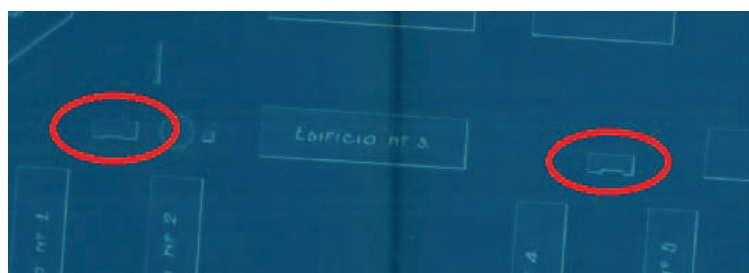


IMAGEN 74: Localización de los edificios de letrinas.

Estas construcciones son iguales entres si, manteniendo el estilo neomudéjar predominante en todo el cuartel. Se trata de dos edificaciones de planta rectangular, por la fachada principal, se encuentran 3 accesos con arcos apuntados con la ornamentación característica de azulejería en todo su desarrollo, y por la fachada posterior, 11 huecos de ventana para la entrada de iluminación natural, manteniendo el mismo estilo.

IMAGEN 73: Archivo propio.

IMAGEN 74: Proyecto de cuartel para un regimiento de infantería en Murcia. AMC2G.

Pablo J. Cabeza Martínez



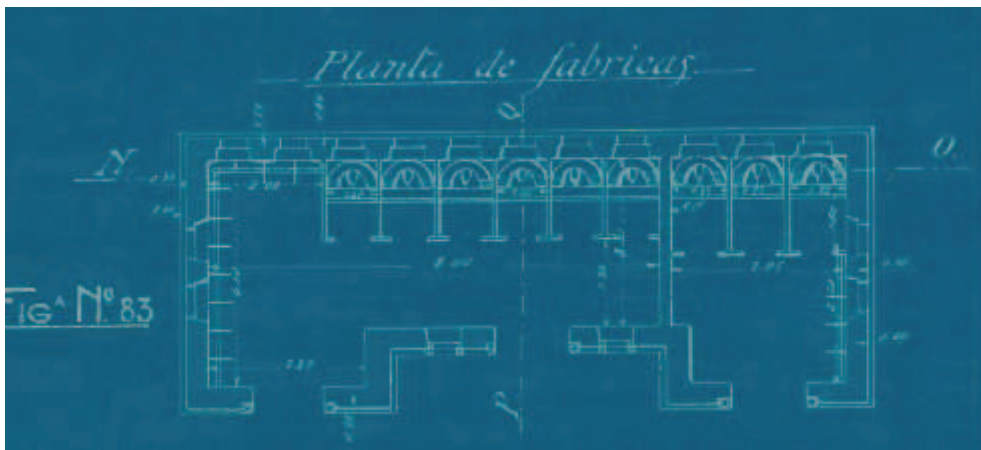


IMAGEN 75: Planta tipo edificio de letrinas.

La función actual de estas edificaciones, es de casetas eléctricas, pues en ellas se encuentran los transformadores eléctricos que abastecen de energía a todo el complejo.



IMAGEN 76: Estado actual edificio de letrinas.

IMAGEN 75: Proyecto de cuartel para un regimiento de infantería en Murcia. AMC2G.

IMAGEN 76: Archivo propio.

Pablo J. Cabeza Martínez



## **PABELLÓN Nº 4. ACTUAL MUSEO DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA**

Debido a la imposibilidad de hacer el estudio generalizadamente todos los pabellones existentes, ya que no se garantizaba el acceso a todas las dependencias, el estudio constructivo y termográfico de este proyecto se ha centrado únicamente en el pabellón número 4, actual Museo de la Universidad de Murcia.

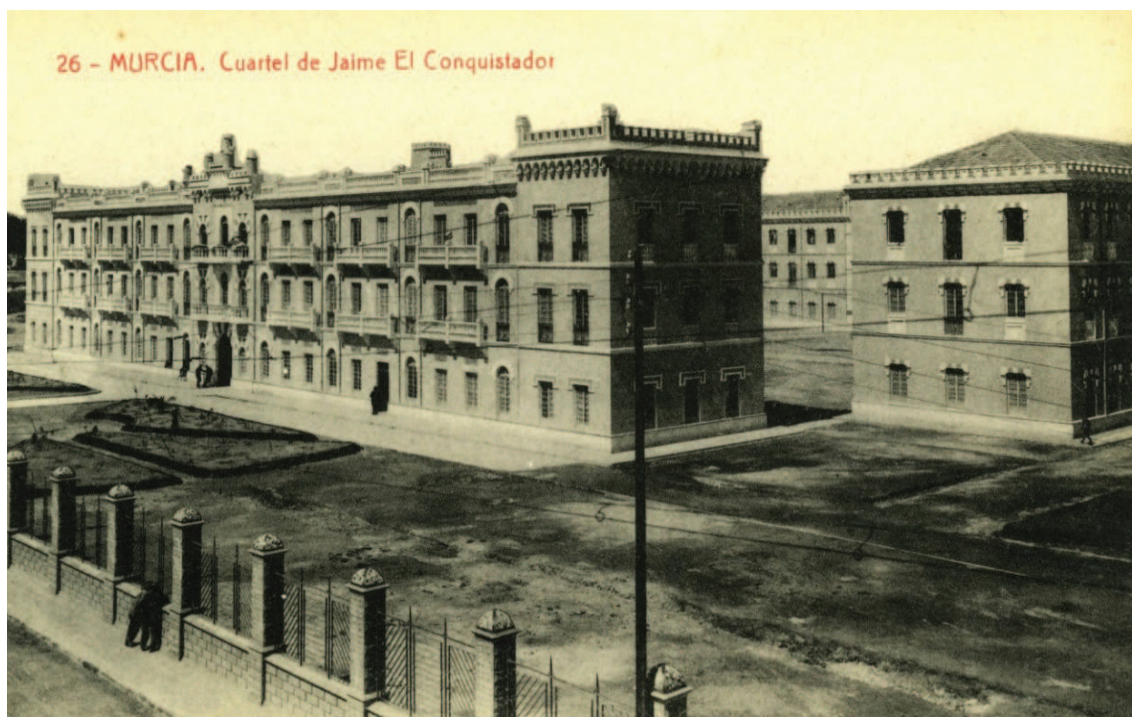


IMAGEN 77: Pabellón principal y pabellón nº 4 a la derecha (Actual Museo de la Universidad de Murcia).

Este es uno de los pabellones conservados en la actualidad, originalmente uno de los 5 pabellones de tropa donde residían los soldados. Estos 5 pabellones compartían la misma distribución por lo que se utilizaron los mismos planos para la construcción de todos ellos, siendo una copia exacta del mismo proyecto.

Las planta originales se utilizaban como almacenes o dormitorios de tropa, por lo que presentaban locales muy diáfanos que favorecían la fácil distribución de espacio asignada a cada soldado así como su habitual uso de almacén. La distribución arquitectónica de estas plantas es bastante similar entre ellas, compuestas por un núcleo principal de escalera situado en el centro de la planta y a ambos lados, sendas filas de pilares distribuidas de forma simétrica, con pequeños locales en la 2ª y 3ª planta en la zona central, destinados a el alojamiento de cargos oficiales, aseos y almacenes de tropa.

IMAGEN 77: Pabellón principal y pabellón nº 4 a la derecha (Actual Museo de la Universidad de Murcia). AMC2G.

La primera de estas plantas era utilizada como almacén de carros y materiales, mientras que las dos restantes estaban destinadas a los dormitorios de tropa, locales de alojamiento de oficiales así como aseos y baños.

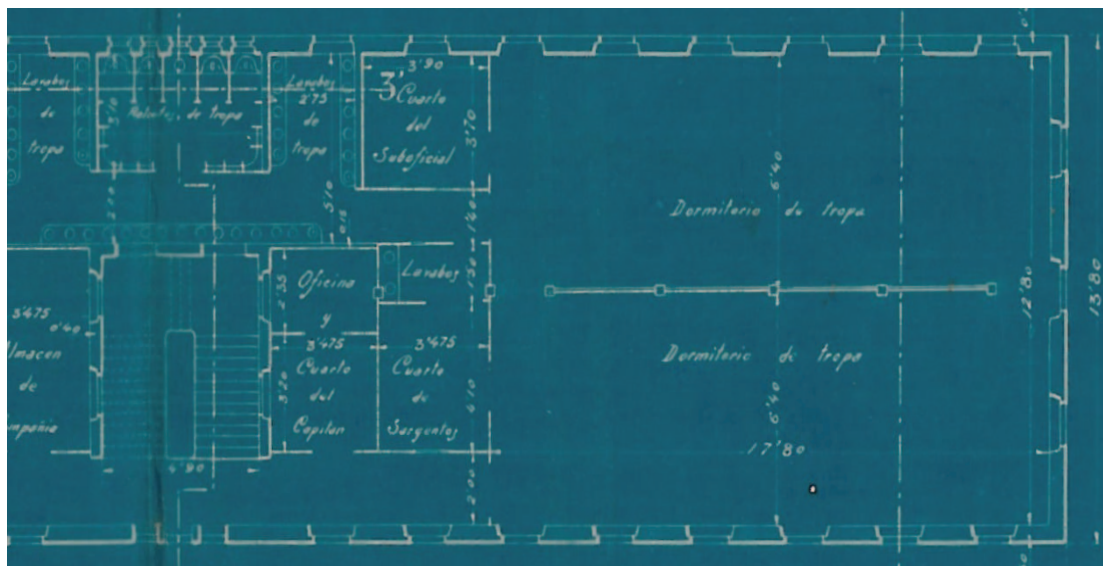


IMAGEN: Diferentes usos de la primera planta. Pabellón nº 4

Los paños de fachada principales se componen por paramentos de 46,20 m de largo con una altura de 13,60 m, con 8 huecos de ventana distribuidos de forma simétrica a ambos lados, haciendo un total de 16 huecos de ventana por planta y 48 en todo el paño de fachada. Aparte de estos huecos de ventana en todas las plantas, destaca un hueco central que proporciona luz natural al núcleo de escalera, siendo este hueco en la primera planta el acceso principal, y en el resto de plantas un gran ventanal dividido por dos parteluces. Los paños de fachada de los laterales tienen unas dimensiones de 13,80 m de largo y 13,60 m de alto y 3 huecos de ventana por planta.

A continuación podemos ver la planimetría original de la distribución de las tres plantas de los 5 pabellones de tropa.

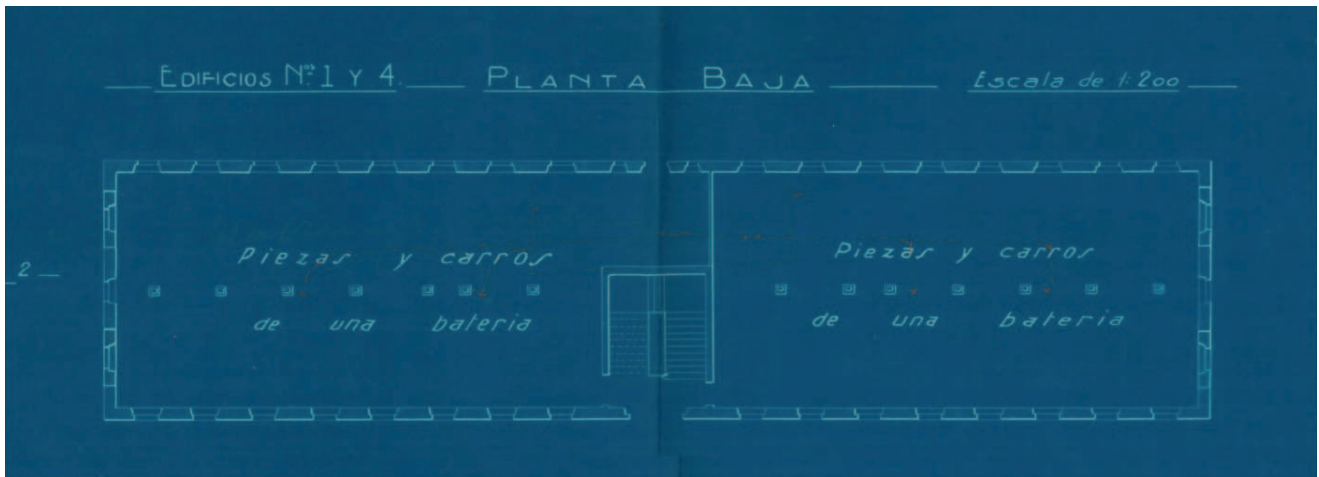


IMAGEN 78: Planta de distribución original de la planta baja. Pabellón nº 4

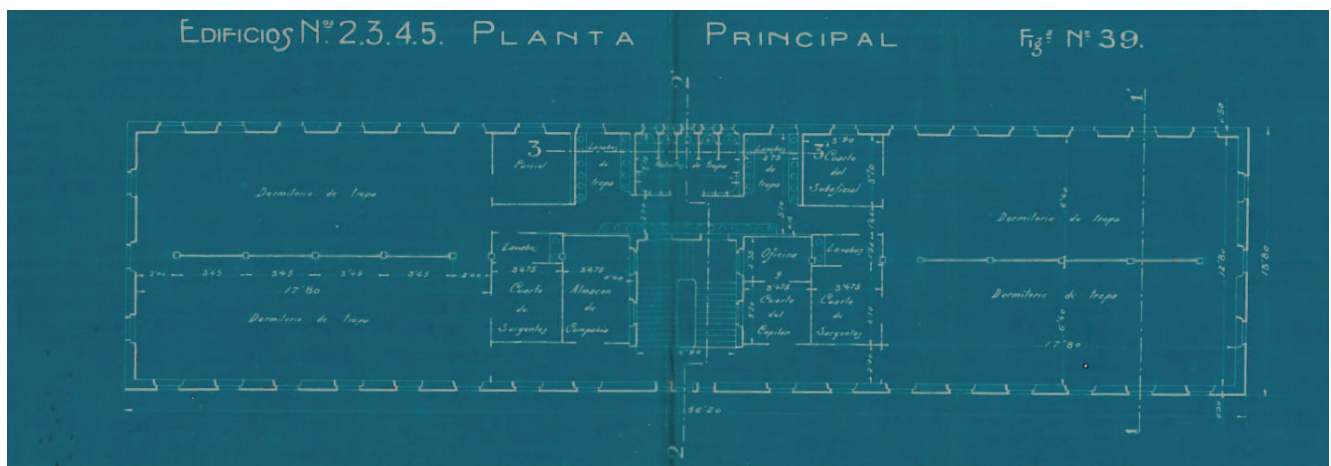


IMAGEN 79: Planta de distribución original de la planta principal. Pabellón nº 4

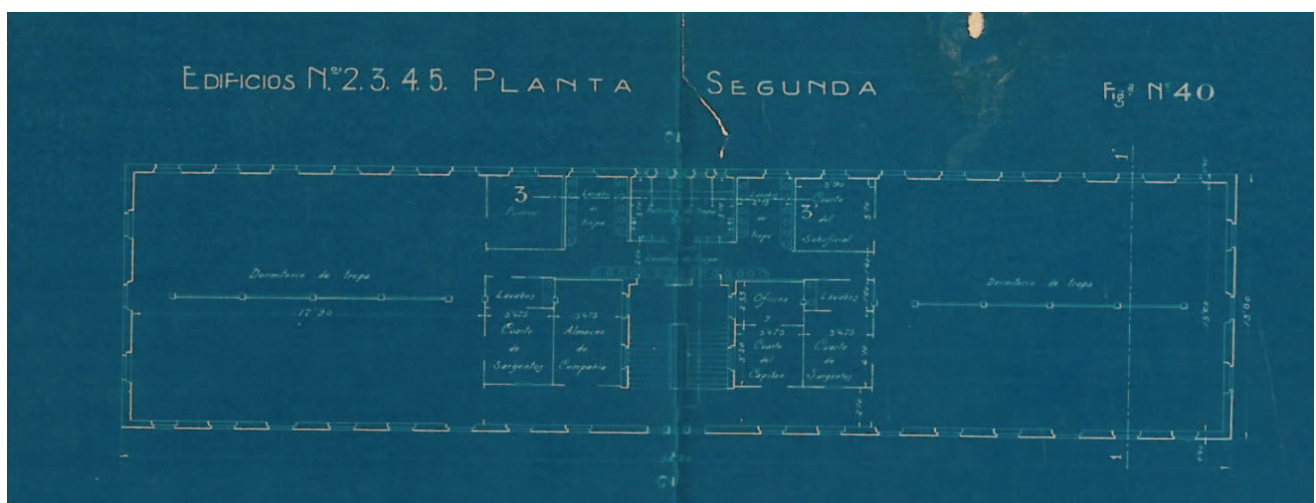
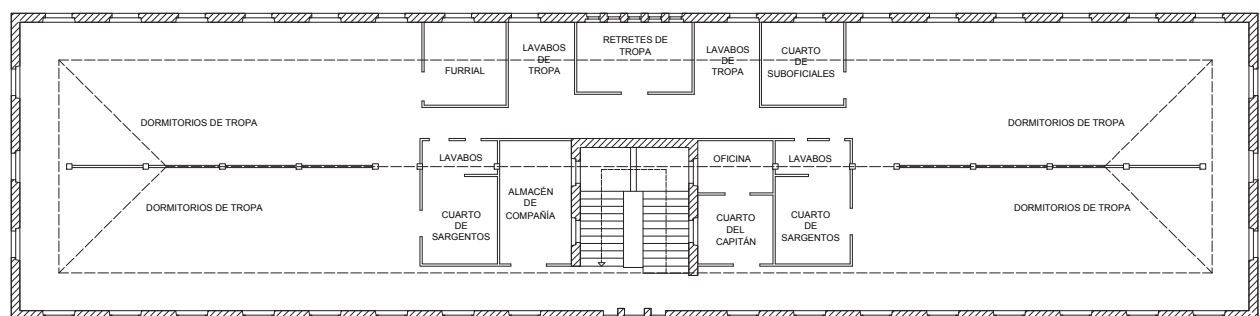
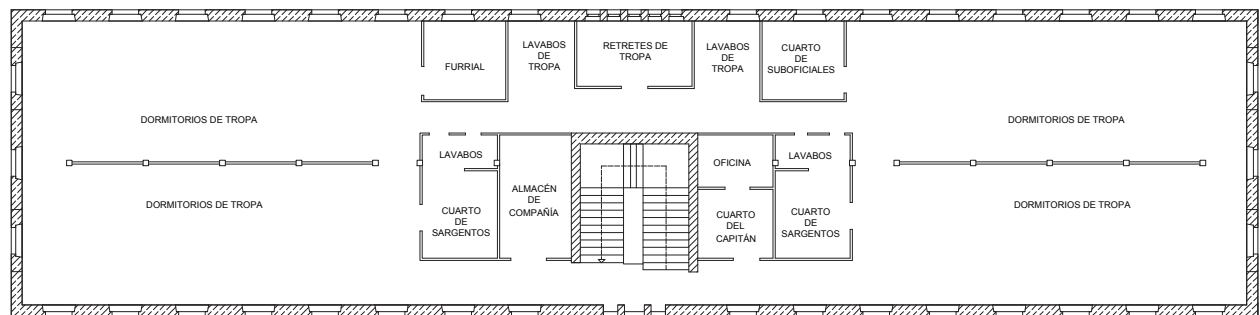
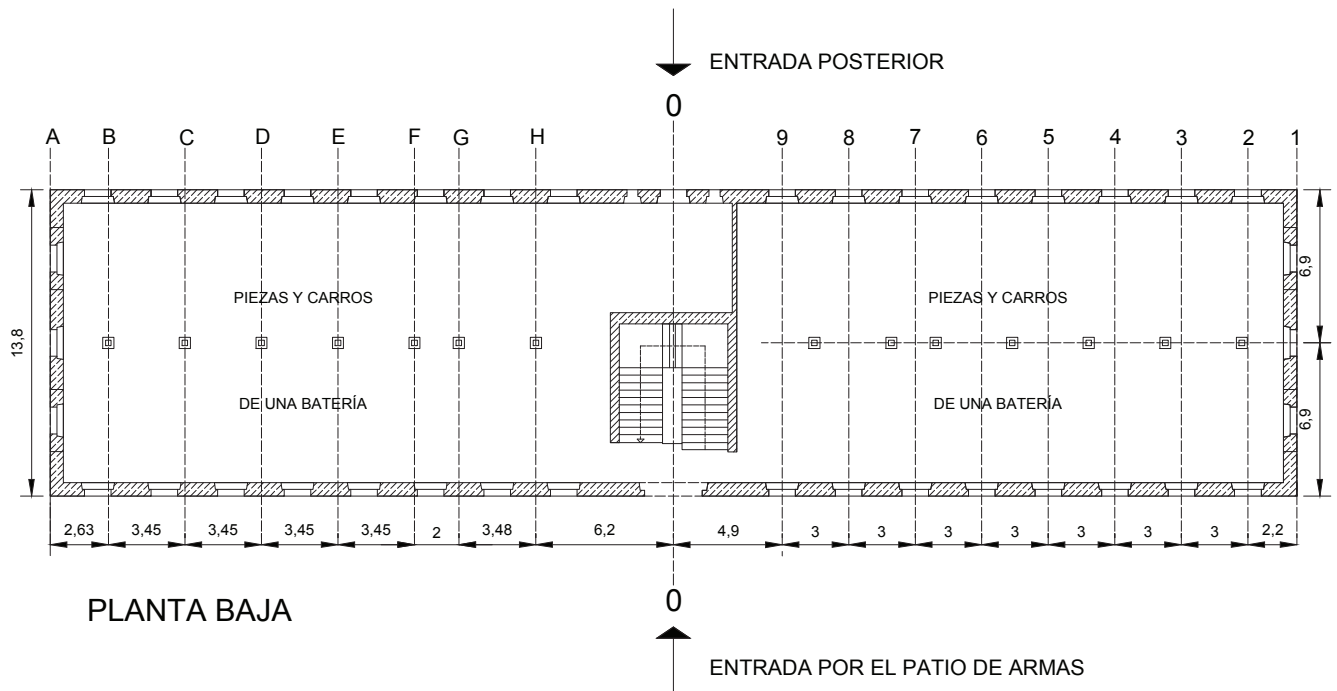


IMAGEN 80: Planta de distribución original de la planta segunda. Pabellón nº 4

IMAGEN 78, 79, 80: Proyecto de cuartel para un regimiento de infantería en Murcia. AMC2G.





PLANOS DISTRIBUCION ORIGINAL PABELLON N° 4





### 3.1.6 Estado y usos actuales.

Como ya se ha comentado anteriormente, la composición original del cuartel, ha sido modificada numerosas veces a lo largo de su historia, quedando únicamente los 6 pabellones actuales de las 22 construcciones originales que conformaban todo el recinto. De estos 6 pabellones, se intervino profundamente en 4 de ellos:

- Pabellón 1: Centro cultural de exposición artística.
- Pabellón 2: Biblioteca del Río Segura.
- Pabellón 3: Conservatorio Superior de Música de Murcia.
- Pabellón 4: Museo de la Universidad de Murcia.
- Pabellón 5: CENDEAC (Centro de Documentación y Estudios Avanzados de Arte Contemporáneo).



IMAGEN 81: Vista aérea de los diferentes pabellones.

*<En 2002, el Pabellón 4 fue cedido para el Museo de la Universidad de Murcia, y los pabellones 3, 5 y 6 han sido remodelados interiormente para alojar el Conservatorio de Música de Murcia, una Biblioteca Pública y el Centro de Estudios e investigación de arte contemporáneo, CENDEAC que comparte edificio con el Centro Párraga.> (La Verdad 21/08/2010).*

IMAGEN 81: <https://maps.google.es/>

Pablo J. Cabeza Martínez

El pabellón número 4, actual Museo de la Universidad de Murcia y objeto del análisis termográfico, modificó completamente la distribución interior del edificio. Para ello se demolió completamente la estructura interior, ya que esta no cumplía con los mínimos de seguridad exigibles actualmente.

Durante la intervención que se realizó, se retiraron los forjados y la escalera al completo, manteniendo únicamente la fachada. Se realizó una nueva distribución de pilares redondos por todo el perímetro interior del edificio y una línea central sustituyendo a los anteriores, en ellos, se sustenta la nueva estructura de forjados reticulares, así como la nueva planta que se proyectó de la forma más discreta posible, para que no distorsionase la imagen original del edificio. En esta planta se ubican los despachos y oficinas del museo, así como la maquinaria de las instalaciones de aire acondicionado.



IMAGEN 82: Fachada principal pabellón nº 4, actual Museo de la Universidad de Murcia.

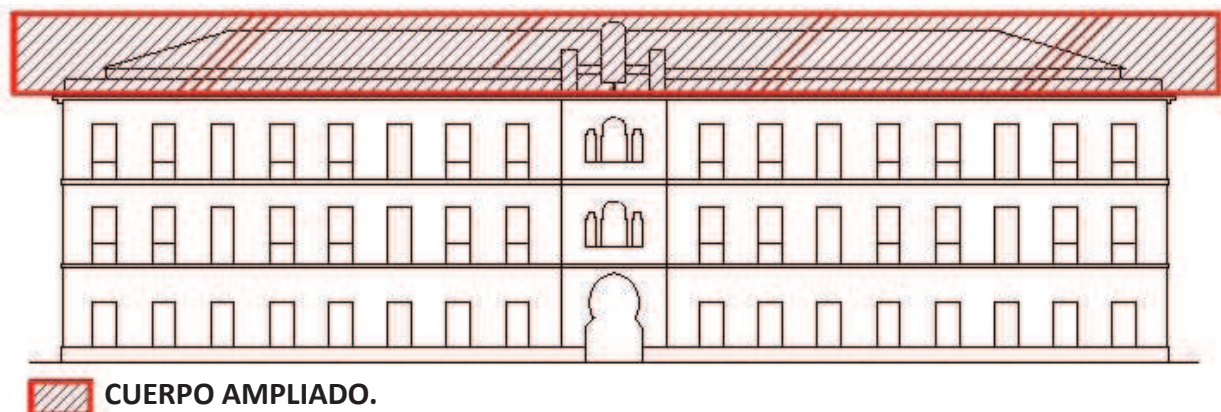


IMAGEN 83: Esquema de fachada Ppal. Pabellón 4.

IMAGEN 82: <http://www.um.es/museo/>

IMAGEN 83: Archivo propio.

Pablo J. Cabeza Martínez

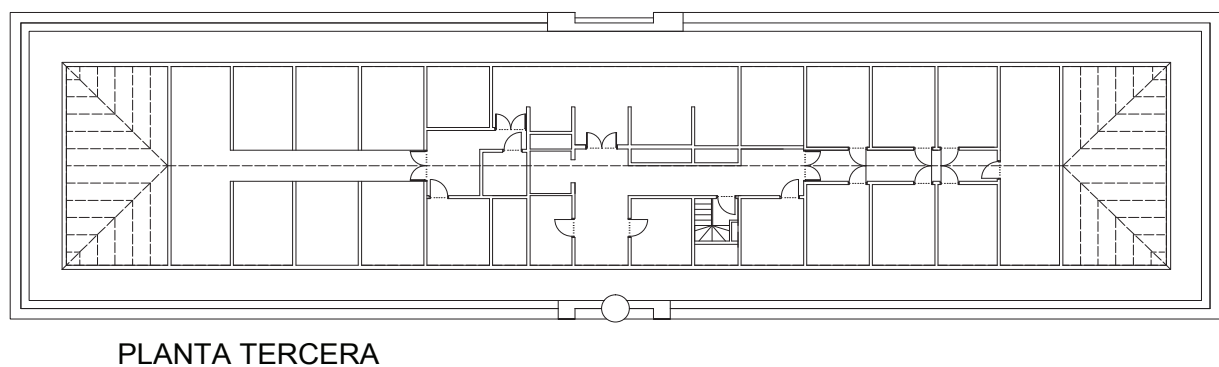
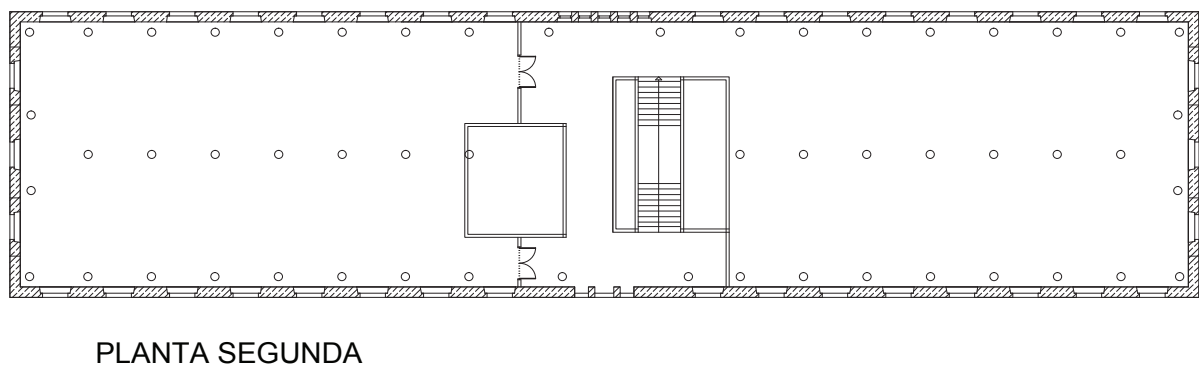
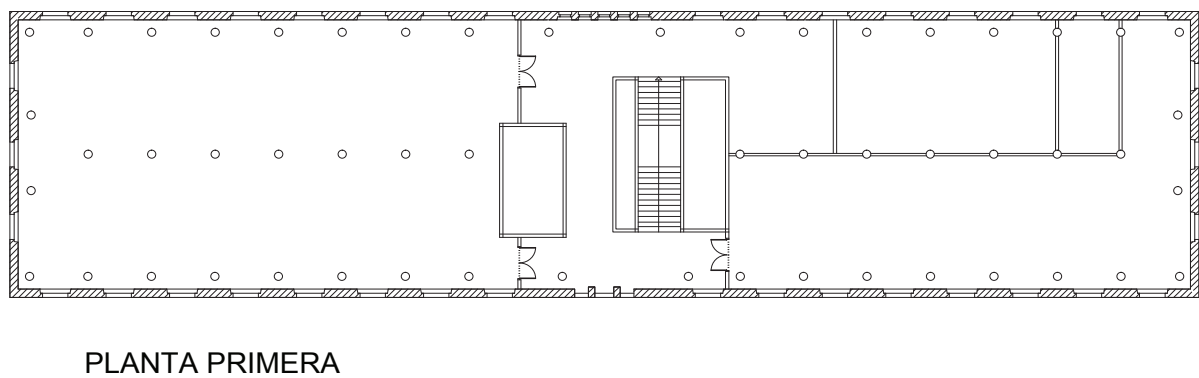
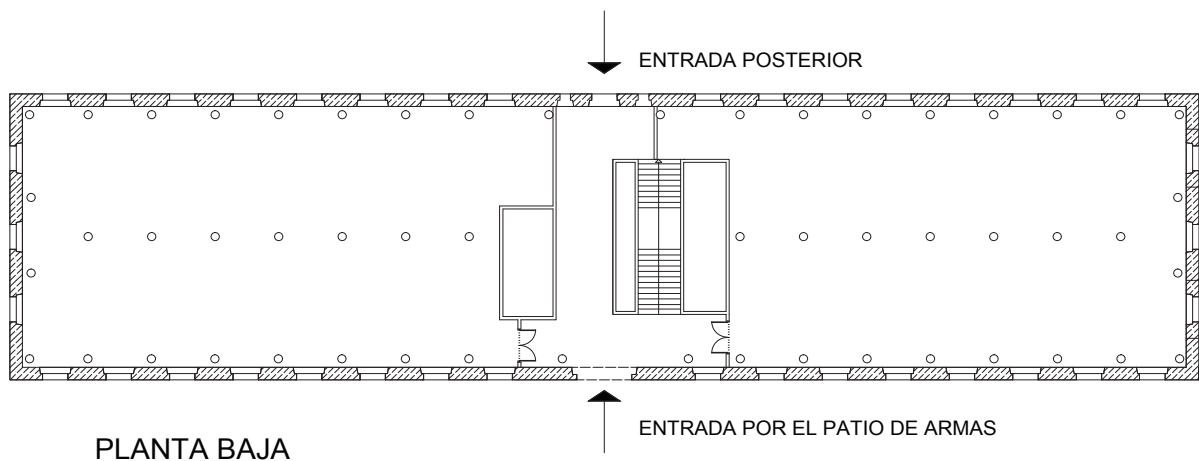
El rehabilitado pabellón 4 y Museo de la universidad, ha dotado de nuevos y diferentes usos a los antiguos almacenes y dormitorios de tropa. En la planta baja del edificio podemos encontrar hoy en día un acuario promovido por la propia universidad, acercando el mundo marino y las diferentes labores de investigación que se desarrojan en él, al público de la Región de Murcia. Por un lado se encuentra la zona expositiva donde estan instalados los “acuarios biotopo”, representativos de los distintos ambientes acuáticos de las zonas del mundo elegidas, por otro lado nos encontramos una sala de aprendizaje donde hay mesas habilitadas para el estudio y diferente material docente, en este sitio, el acuario amplió sus instalaciones implantando un criadero de biología marina con numerosas peceras y tanques de agua dedicados a la reproducción de diferentes especies así como a su investigación.

En la primera y segunda planta es donde se encuentran las distintas salas de exposición premanente, una sala de exposición temporal, un salón de actos, y como se ha comentado anteriormente en la tercera y ultima planta que se añadió durante la rehabilitación se encuentran los diferentes despachos del personal del Museo, el archivo, centro de documentación y toda la maquinaria de las instalaciones de ventilación.

En la imagen 77, se puede apreciar el Pabellón número 4 a la derecha de la fotografía, donde se observa que solo estaba compuesto por 3 plantas, mientas que en la imagen 82 podemos ver el aumento de cota de la cubierta, para la ampliación del edificio en altura, dotándolo de una 4ª planta que prácticamente pasa desapercibida.

Actualmente el unico pabellón que no se ha intervenido es el denominado como “A” o pabellón principal, este es el mas representativo de todo el conjunto pues es la imagen principal que se puede ver desde la calle Cartagena aún así todavía no se le ha encontrado ninguna utilidad que promueva su rehabilitación.

*<El Ayuntamiento no sabe qué hacer con los dos pabellones inutilizados del Cuartel de Artillería. No encuentra fondos para poder financiar su rehabilitación y descarta su uso como sede de las concejalías de Servicios Sociales y Sanidad.> (La Verdad 23/08/2011).*



PLANOS DISTRIBUCIÓN ACTUALES PABELLÓN N° 4

0 5 10



## 3.2 ESTUDIO PATOLÓGICO DE HUMEDADES POR MEDIO DE LA TERMOGRAFÍA

### 3.2.1 Datos generales

El emplazamiento del cuartel se puede considerar una localización privilegiada, y en gran parte fue este uno de los motivos por los que se decidió construir en este sitio. Por un lado esta ubicación es una zona de confluencia de comunicaciones ya que se encuentra al lado de la estación de ferrocarril del Carmen, y tiene prácticamente acceso directo a la autovía en dirección Cartagena o Granada. Por otro lado, se encuentra pegado al margen derecho del río Segura, lo que supuso en sus años de vida como cuartel, tanto un abastecimiento continuo de agua proveniente del río, como una vía de evacuación para todas las aguas de saneamiento del conjunto.

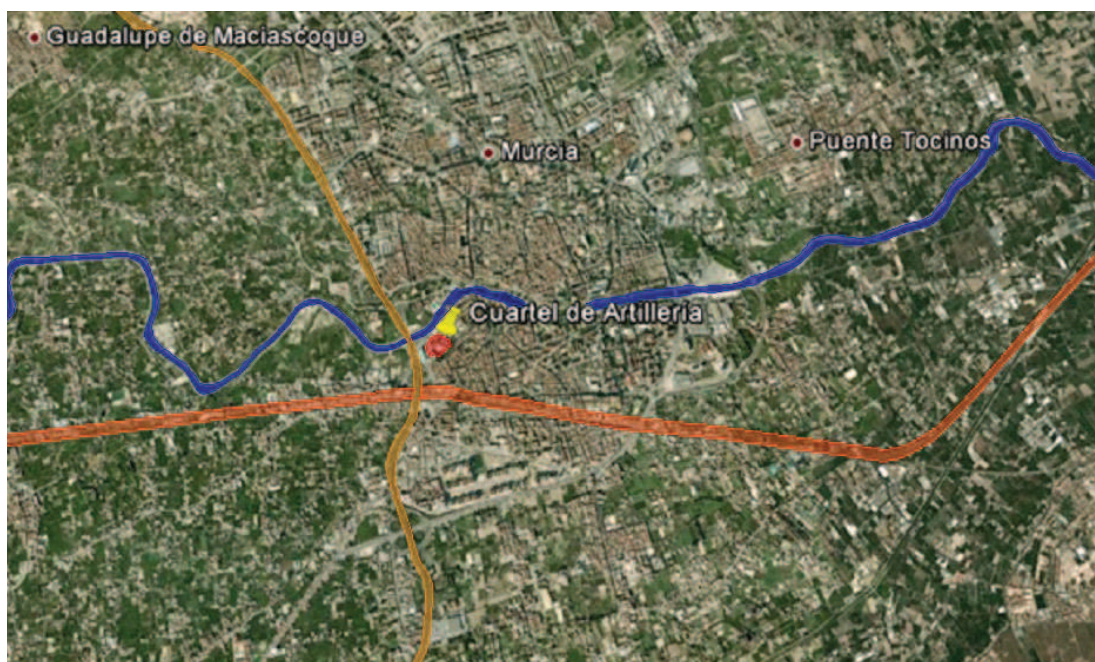


IMAGEN 84: Situación. Resaltado en azul: Río Segura. Amarillo: Autovía de Murcia. Naranja: vía del tren.

El Cuartel de Artillería, se encuentra actualmente rodeado de edificaciones situadas en lo que un día formaba parte del propio recinto del acuartelamiento, por lo que linda por el N.O. con el conocido parking del Cuartel de Artillería, por el N.E. con el instituto del Carmen (ambos proyectos del arquitecto Jose Maria Torres Nadal), por el S.O. con el centro deportivo INACUA y por E. con la calle Cartagena en lo que es su fachada principal.

IMAGEN 84: <https://maps.google.es/>

Pablo J. Cabeza Martínez





IMAGEN 85: Emplazamiento. Resaltado en azul: Río Segura. Amarillo: Autovía de Murcia. Naranja: vía del tren.

## **ORIENTACIÓN DEL EDIFICIO:**

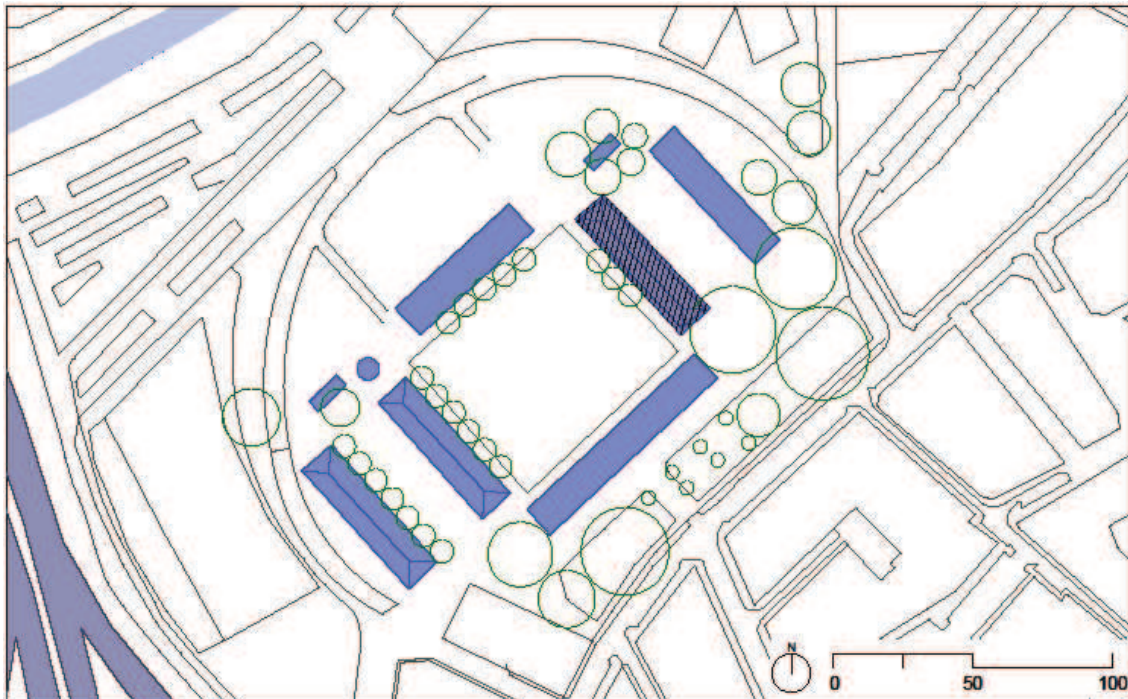


IMAGEN 86: Plano de orientación y entorno del cuartel.

IMAGEN 85: <https://maps.google.es/>

Pablo J. Cabeza Martínez

### 3.2.2 Condiciones ambientales y meteorológicas

Basándonos en la norma EN 13187, se han utilizado los mismos procedimientos normalizados para la obtención de un diagnóstico más objetivo y contrastable con futuros estudios, dejando constancia de todos los posibles condicionantes que influyen en la toma de datos. Como no puede ser de otra forma, las condiciones ambientales son un factor determinante durante la toma de termografías, es por ello que se verificaron tales condiciones durante el ensayo y 24 horas antes del mismo, para asegurar que no hubiese notables diferencias climatológicas cercanas al momento del ensayo.

#### **CONDICIONES METEOROLÓGICAS DURANTE EL ENSAYO:**

CONDICIONES DEL ENSAYO	INTERIOR		EXTERIOR	
	INICIO (9:30)	FINAL (13:30)	INICIO (9:30)	FINAL (13:30)
TEMPERATURA	17,12°C	20,53°C	13,18°C	15,26
HUMEDAD RELATIVA	48,5%		59,4%	
PTO. DE ROCIO	6,13°C		5,42°C	
ΔT °C	7,3°C			

TABLA 3: Condiciones durante el ensayo.

#### **CONDICIONES METEOROLÓGICAS 24 HORAS ANTES DE DEL ENSAYO:**

CONDICIONES DEL ENSAYO	INTERIOR		EXTERIOR	
	INICIO (10:00)	FINAL (14:00)	INICIO (10:00)	FINAL (14:00)
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
TEMPERATURA	16,05°C	18.85°C	12,92°C	15,04

TABLA 4: Condiciones previas al ensayo.

## ESTUDIOS PREVIOS DE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS DE LA ZONA

Para conocer de forma más extensa las condiciones medioambientales que influyen en el edificio y en su entorno cercano, se realizó un estudio climatológico de la zona con los datos del AEMET (Asociación Estatal de Meteorología), en el que se definen las normales climatológicas anuales, de precipitación y temperatura en los últimos años.

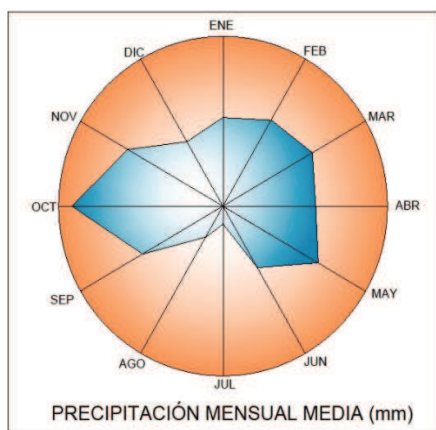


TABLA 5.

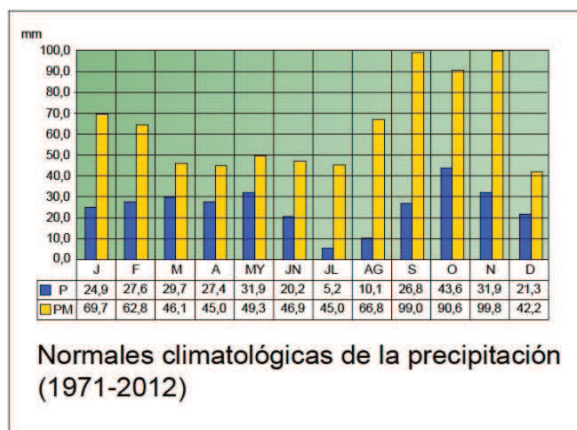


TABLA 6.

Como se puede observar en las gráficas anteriores, la zona de Murcia capital, se caracteriza por unos índices pluviométricos bastante reducidos, agrupando su mayor temporada de lluvias en los meses de octubre y noviembre. En el gráfico de la derecha, podemos apreciar en color azul la precipitación media mensual en esta zona, y en color amarillo la media de los valores de precipitación en los diferentes meses del año. En este gráfico se aprecia, que aunque el índice pluviométrico medio no es muy alto, sí que destaca los meses de otoño por recoger los valores más altos de precipitación máxima, superando con creces los valores medios.

A continuación, se pueden ver las gráficas de las temperaturas medias a lo largo del año en la misma zona, en ellas podemos observar claramente que las temperaturas rara vez descienden por debajo de los 0 grados, siendo casos excepcionales de mínimos puntuales en los meses de invierno. También podemos apreciar unas temperaturas medias más bien cálidas, teniendo su máxima representación en los meses de verano con medias que llegan hasta los 40 grados.



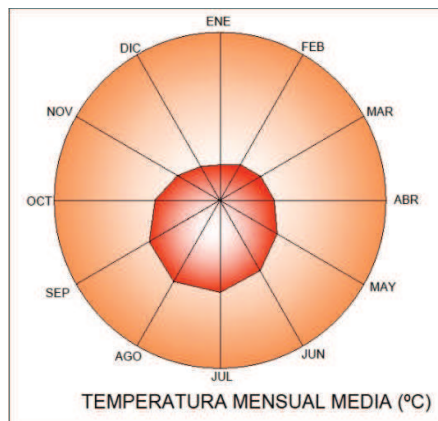
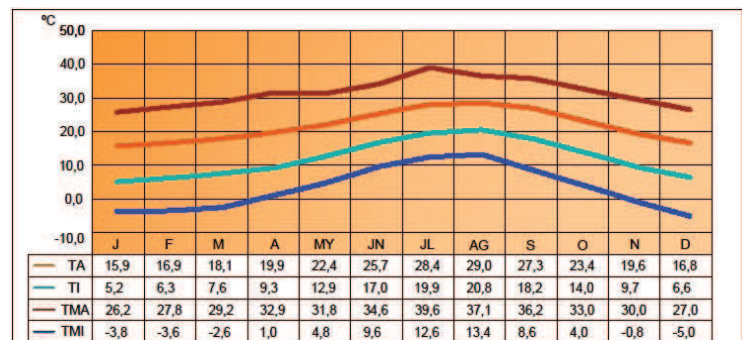


TABLA 7.



Normales climatológicas de la temperatura del aire (1971-2012)

TABLA 8.

## **OTROS FACTORES CONDNCIONANTES DEL ENTORNO**

La situación del cuartel respecto al río Segura, es uno de los factores de mayor influencia en su entorno, ya que supone un constante aporte de humedad ambiental. En numerosas ocasiones las crecidas del río debidas a las fuertes lluvias torrenciales en los meses de otoño han provocado el desbordamiento del mismo inundando la zona y provocando fuertes patologías en la zona de afección.

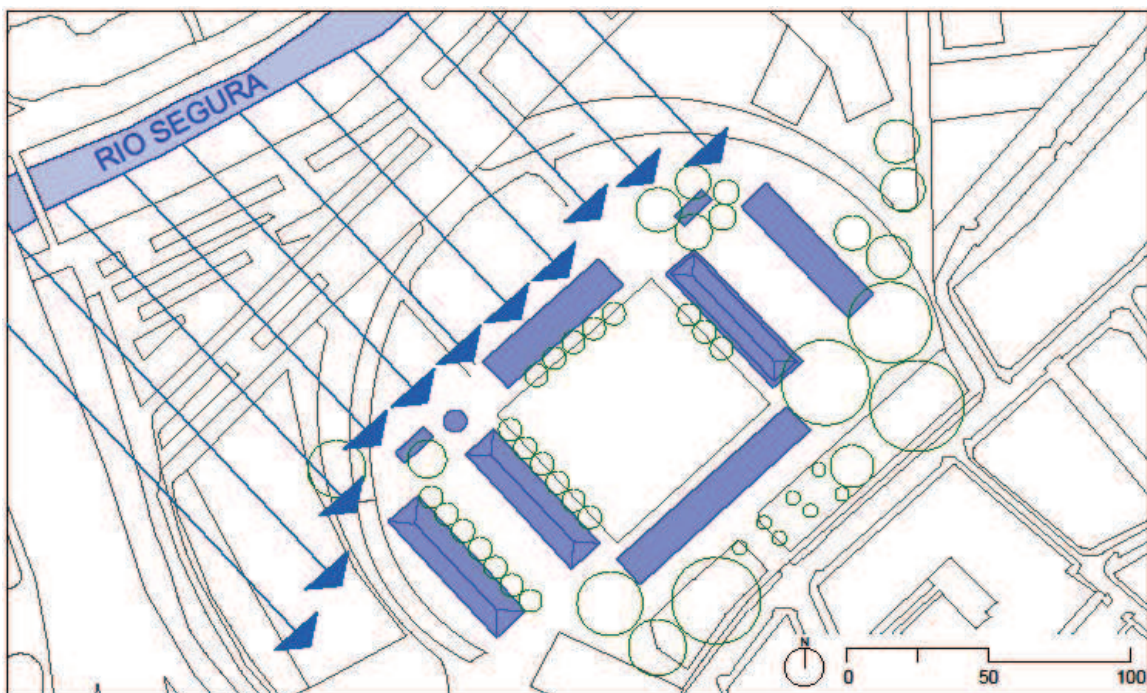


IMAGEN 87: Influencia del río Segura. Aporte continuo de humedad debido a su cercanía.

Otro de los factores de gran influencia en este edificio, como se ha comentado anteriormente en la justificación del muro de contención, son las inundaciones. La localización específica del cuartel junto al margen derecho del río Segura, proporcionaba abastecimiento de agua permanente y una muy funcional vía de evacuación para las aguas de desecho, pero este hecho produjo numerosos contratiempos, ya que debido a las lluvias torrenciales en los meses septiembre, octubre y noviembre, se producía unas repentinas crecidas que inundaban todas las zonas colindantes a los márgenes del río, sin ser esta una excepción para el Cuartel de Jaime I el Conquistador, que hasta día de hoy, en días de fuertes lluvias, continúa sufriendo aunque en menor grado, la inundación de la zona donde se ubica. Este es uno de los factores determinantes en la aparición de humedades en los edificios, ya que el agua queda estanca en el forjado sanitario del pabellón, produciendo una patología generalizada en toda la planta baja, debido a la aparición de humedades por capilaridad.

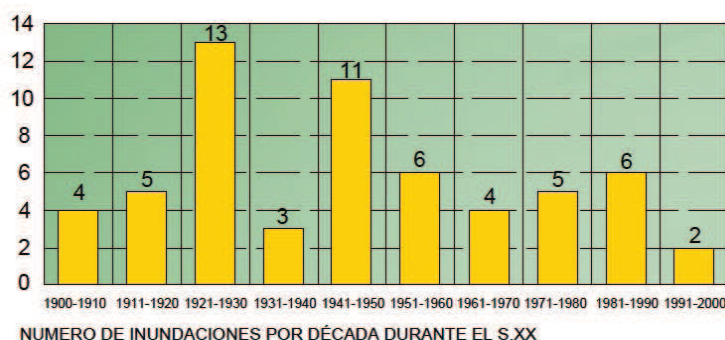


TABLA 9.

Siguiendo la metodología especificada en la norma EN 13187, para la realización de la inspección, se midieron los datos de velocidad del aire en las diferentes fachadas del pabellón, ya que influye notablemente en las afecciones producidas por las humedades, siendo las zonas menos afectadas aquellas que reciben una mayor acción del aire, ya que favorece el secado de las mismas.

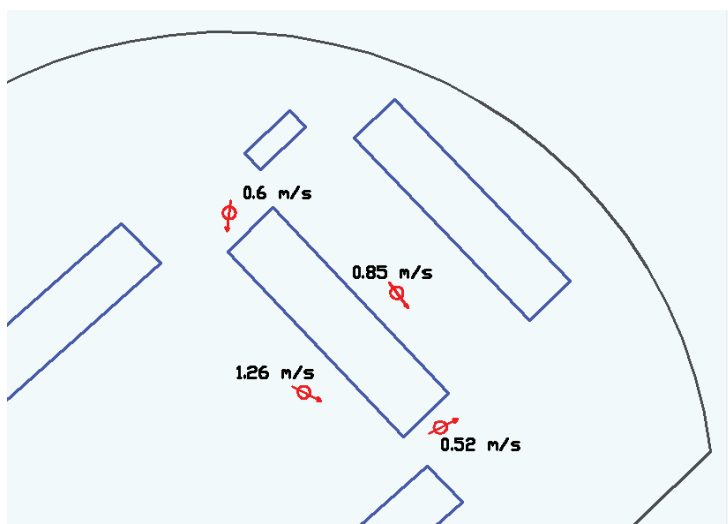


IMAGEN 88: Velocidad del viento en las fachadas del pabellon 4.

## **PARTE METEOROLÓGICO:**

Cielo muy despejado y sin nubes, no ha habido precipitaciones en los días anteriores, no se preveen lluvias en los días posteriores, no se han detectado variaciones drásticas a considerar en las condiciones meteorológicas durante los días próximos al momento del ensayo.

### 3.2.3 Datos de instrumentación:

#### CÁMARA TERMOGRÁFICA

MARCA Y MODELO: NEC TH91000ML/WL (Nº de serie: 66071335).

CALIBRACION: ENAC.21029.

PRECISIÓN: 2°C o 2% del valor leído.

Esta es la cámara utilizada para la obtención de las termografías y comprende todas las características anteriormente descritas de una cámara de termografía no refrigerada. Con esta cámara se pueden obtener imágenes visuales y termográficas así como la combinación de las mismas en el propio display del instrumento.

(Ver anexos: Doc 4).



#### DATA LOGGER. EQUIPO DE ALMACENAMIENTO DE DATOS

MARCA Y MODELO: AHLBORN ALMEMO

Este es un dispositivo electrónico que registra mediciones ordenadas en el tiempo, provenientes de diferentes sensores. Luego cada medición es almacenada en la memoria, junto con su respectiva fecha y hora. Está compuesto por un microprocesador, una memoria para el almacenamiento de datos y diferentes sensores. Estos son entre otros, los sensores existentes que pueden conectarse:

- **Termohigrómetro:** Medida de temperatura ambiental y humedad relativa.
- **Sonda de temperatura superficial:** medida de temperatura superficial.



- **Anemómetro:** Medida de velocidad de aire.
- **Pinza Amperimétrica:** Medida de intensidad de corriente.
- **Módulo de medida de Tensión:** Medida de tensión.
- **Piranómetro:** Medida de radiación solar.

(Ver anexos: Doc 4).

### **SONDA DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (S1 Y S2)**

MARCA Y MODELO: AHLBORN FHA646E1

Éste es uno de los sensores utilizados junto con el Data Logger para recoger las condiciones ambientales durante la toma de termografías, tanto dentro del edificio como en el exterior. Esta sonda nos proporciona los valores de temperatura, humedad relativa y punto de rocío.



(Ver anexos: Doc 4).

### **ANEMÓMETRO**

MARCA Y MODELO: Dostmann electronic P770

Éste es otro de los sensores utilizados junto con el Data Logger para obtener las condiciones ambientales del entorno. Más concretamente, es un anemómetro, que nos permite obtener la velocidad y dirección del viento. De esta forma obtuvimos la influencia del viento en las diferentes fachadas del edificio examinado.



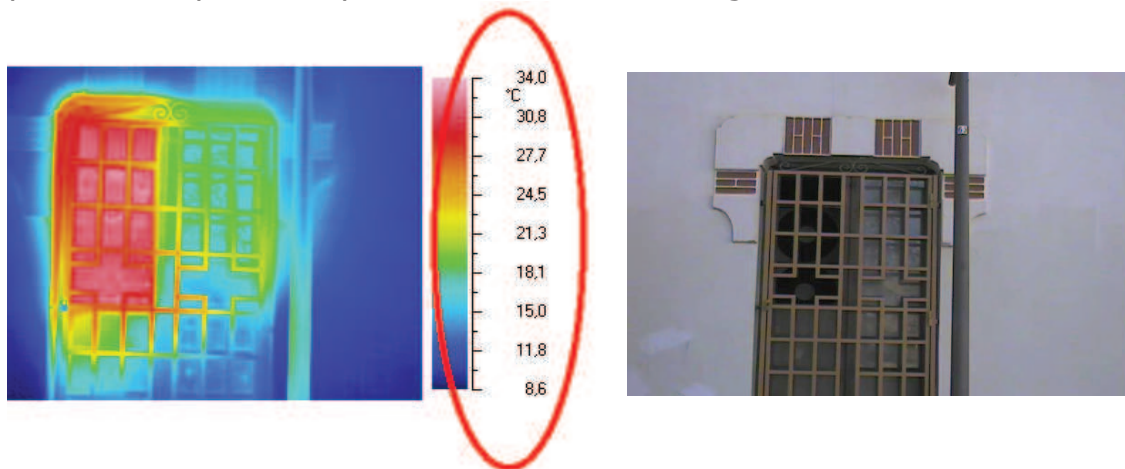
(Ver anexos: Doc 4).



### 3.2.4 Estudio termográfico.

Para la realización de este estudio, nos basamos en las termografías obtenidas con anterioridad mediante la cámara termográfica, una vez realizada toda la toma de imágenes, éstas pasan por un proceso de valoración y reconocimiento antes de poder realizar un correcto diagnóstico. Para ello, sacamos todas las imágenes de la memoria de la cámara y las pasamos a un ordenador, donde las volcaremos a un programa que nos permitirá tratar con ellas y obtener la mejor resolución de las diferentes distribuciones de temperaturas, en función de las condicionantes que hayan podido influir en la toma de imágenes. Los parametros a definir durante este procedimiento son los valores de emisividad según el material, una paleta de colores específica y un rango de temperaturas que pueda proporcionarnos unos valores determinados dentro de una imagen.

Por cada termografía tomada obtenemos una pareja de imágenes, una imagen visual, equivalente a una fotografía tradicional, y una termografía, donde queda representada la distribución de temperatura. Ambas pueden combinarse mediante el software de procesado que acompaña a la cámara termográfica.



Como podemos ver a la derecha de la termografía, aparece una escala junto con la paleta de colores elegida para este caso, de esta forma, podemos apreciar a simple vista, las diferentes temperaturas de la zona que estamos examinando. En la imagen, se aprecia fácilmente la zona de mayor temperatura y con bastante diferencia, ya que a través de esta ventana, ventilan las maquinas evaporadoras de los sistemas de ventilación.

**INDICE DE TERMOGRAFÍAS:**

<b>TERMOGRAFÍAS</b>		
<b>Número de termografía</b>	<b>Planta</b>	<b>Descripción</b>
1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-17-18-21-23-24-26	Baja	Exterior
4-14,	Primera	Exterior
15-19-20-22-25	Segunda	Exterior
27-28-29-30-31-32	Baja	Interior Acuario
33-34-35	Baja	Interior Vestíbulo
37-38-39-40-41-42	Primea	Sala exposiciones Izda.
43-44-45	Primera	Vestíbulo central
46-47-48-49-50	Primera	Sala exposiciones Dcha.
51-52-58	Segunda	Vestíbulo central
53-54-55-56-57	Segunda	Sala exposiciones Izda.
59-60-61-62	Segunda	Sala exposiciones Dcha.
63-63-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75	Baja	Laboratorio de cría
76-77-78-85	Tercera	Despacho 1
79-80-84	Tercera	Despacho 2
81-82-83	Tercera	Despacho 3
94-95-96-97-98-99-100-102-103-104-105-106-107-108-109-110-112-113-114-115-116-117-118-119-120-	Tercera	Fachada exterior

**A continuación se muestran las termografías donde se ha detectado algún defecto:**

TERMOGRAFIA Nº 02

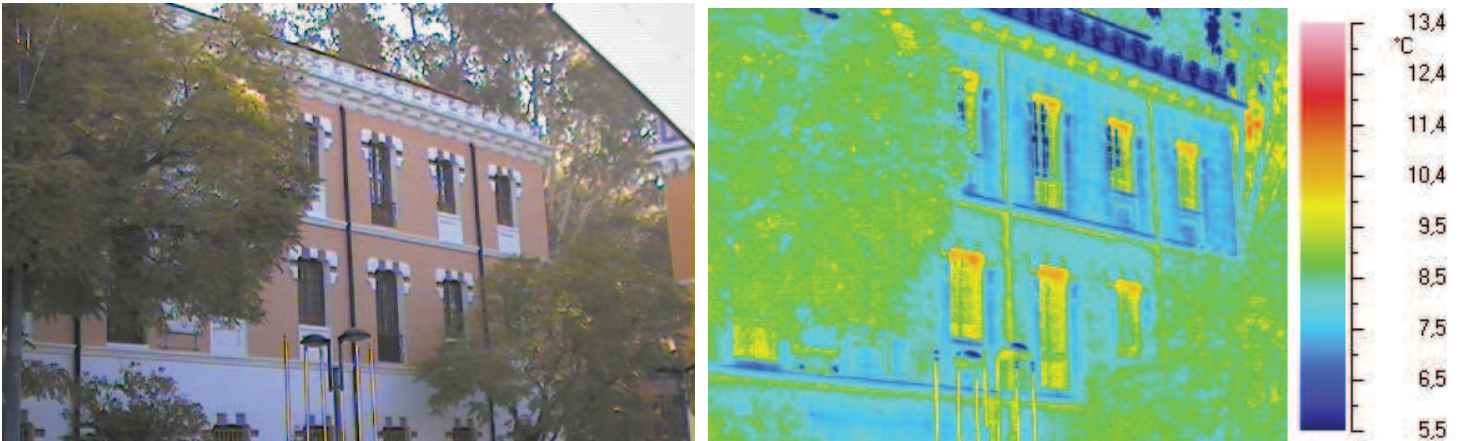
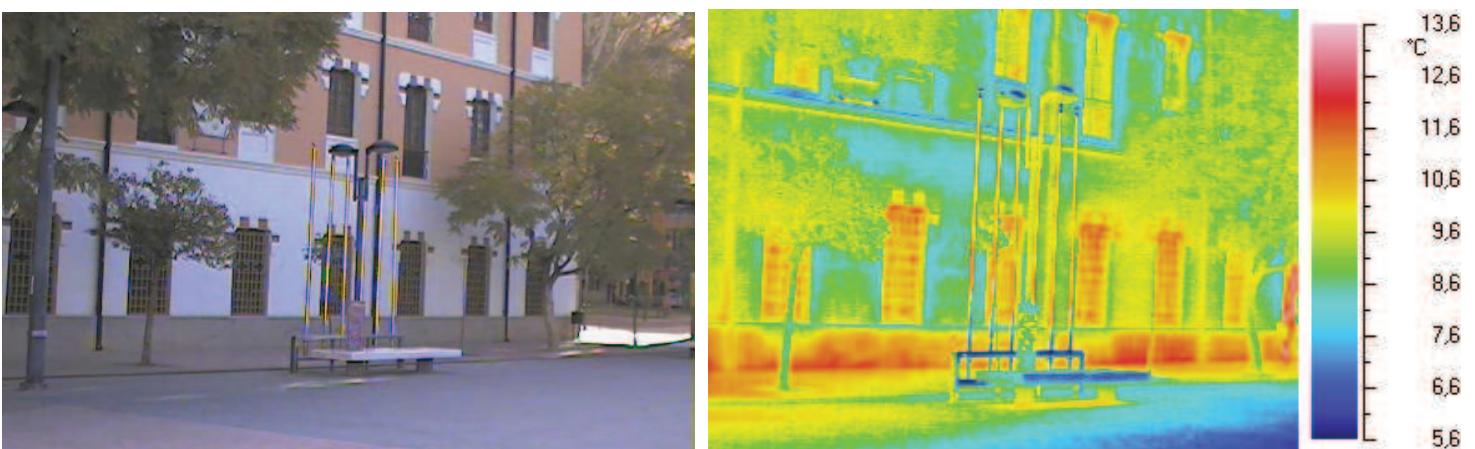


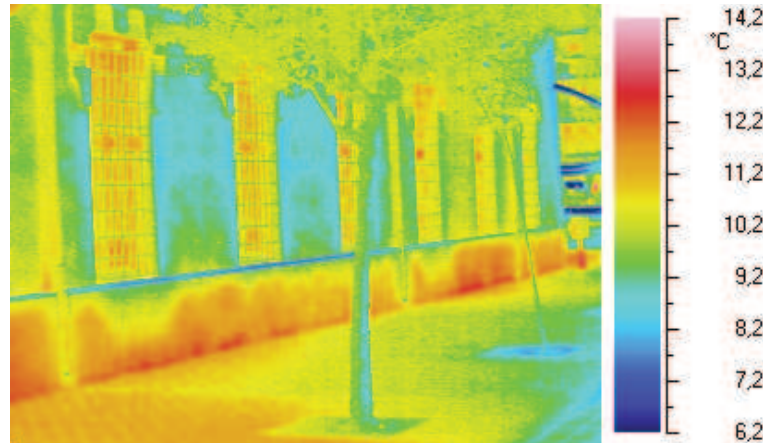
Imagen general de parte de la fachada principal del pabellón 4, en ella podemos apreciar un comportamiento térmico diferencial entre las piezas de dintel y el resto de fachada, provocado por la fuga de energía térmica del interior del edificio a través de la junta entre ventana y dintel.

TERMOGRAFIA Nº 03



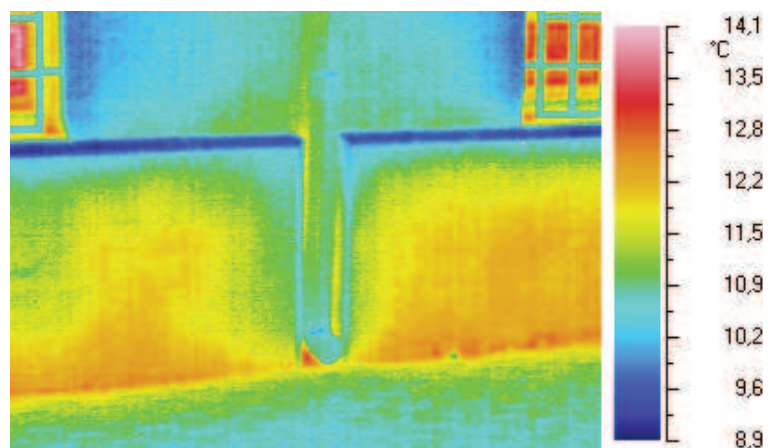


## TERMOGRAFIA Nº 06



En este caso se percibe una notable diferencia de comportamiento del zócalo que separa la fachada del terreno, debido a que éste está fuertemente afectado por la humedad. Podemos apreciar que la zona afectada se encuentra a mayor temperatura que el resto del edificio, esto sucede debido a la conductividad térmica del agua que absorbe más rápidamente el calor ambiental, produciendo esta diferencia de temperatura.

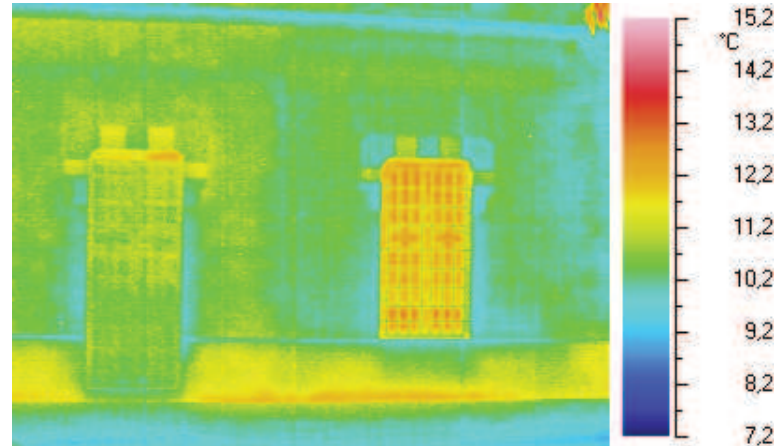
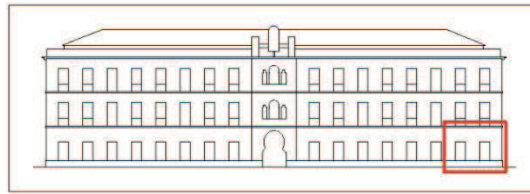
## TERMOGRAFIA Nº 05



Aquí vemos como la humedad ha ascendido por el zócalo, disminuyendo su afección en la zona de la interrupción, creada para albergar la bajante de aguas pluviales de la cubierta, debido a que esta solución dificulta el ascenso por capilaridad del material y favorece la aireación de la zona.

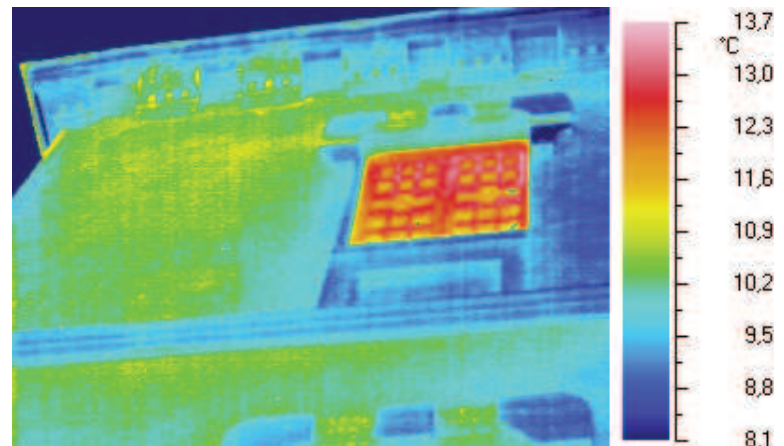
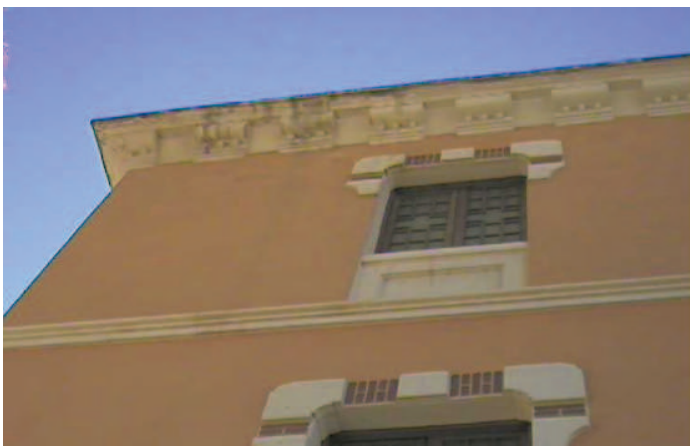
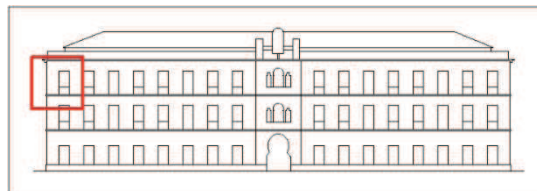


## TERMOGRAFIA Nº 09



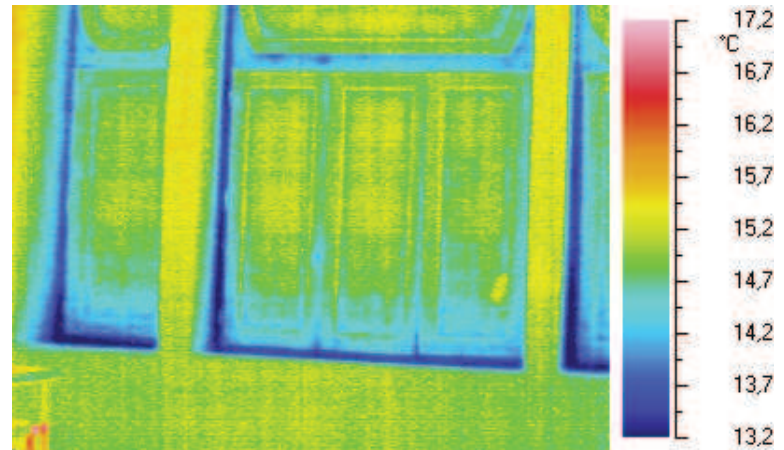
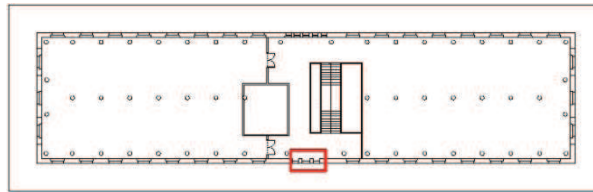
En esta secuencia se aprecia el mismo caso que en las termografías 3 y 6 donde el zócalo se ve afectado por la humedad, pero a diferencia de las anteriores, esta fachada se sitúa en una zona de umbría donde no llega la radiación solar directa, por lo que el aumento de temperatura es notablemente menor.

## TERMOGRAFIA Nº 22

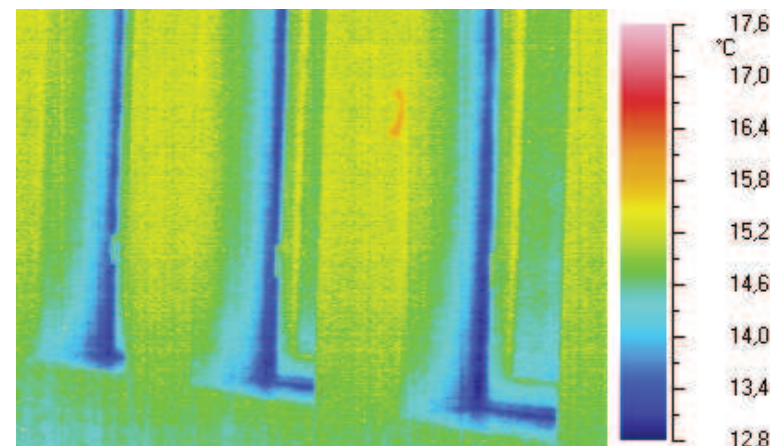
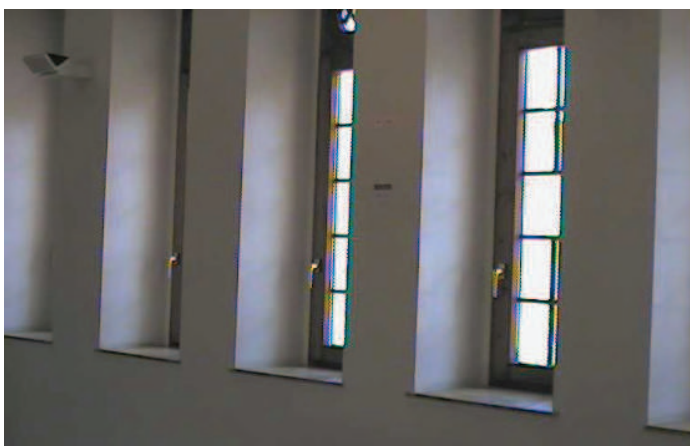
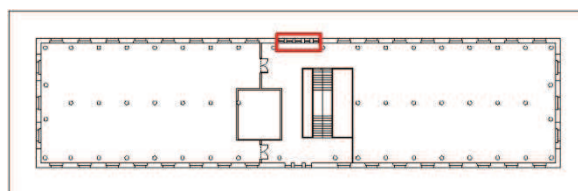


En estas imágenes tenemos mismo fenómeno de la conductividad térmica descrito en las termografías anteriores. En la imagen visual se distingue la presencia de biodeterioro en la cornisa debido a la degradación de la lámina de plomo colocada a forma de vierteaguas, esta patología nos indica un mayor aporte de humedad que en el resto del paramento, lo cual queda notablemente reflejado en la termografía. Se aprecia una mayor temperatura en la zona afectada por la humedad que en la zona no afectada por la misma.

### TERMOGRAFIA N° 45



### TERMOGRAFIA N° 51



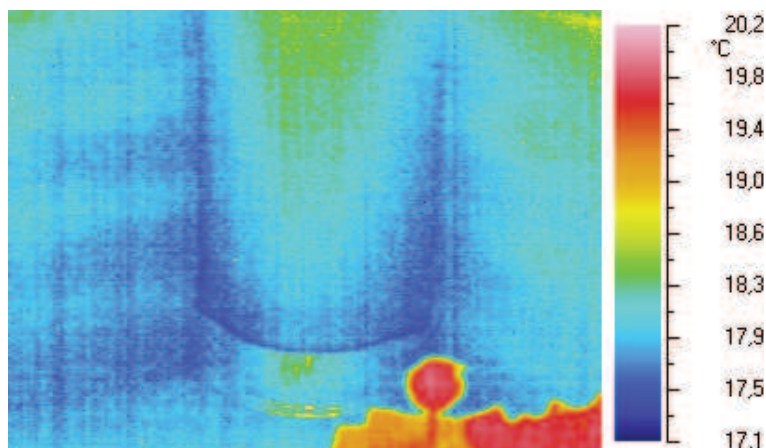
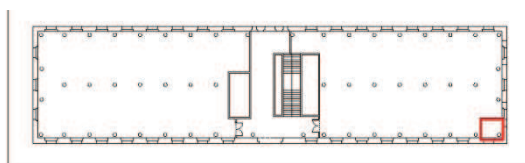


En estos dos casos se aprecia el estado contrario de la carpintería de fachada que observábamos en las imágenes tomadas desde el exterior. Donde anteriormente veíamos una fuga de energía térmica hacia el exterior ahora se aprecia una infiltración de energía térmica a menor temperatura por el puente térmico de la carpintería.

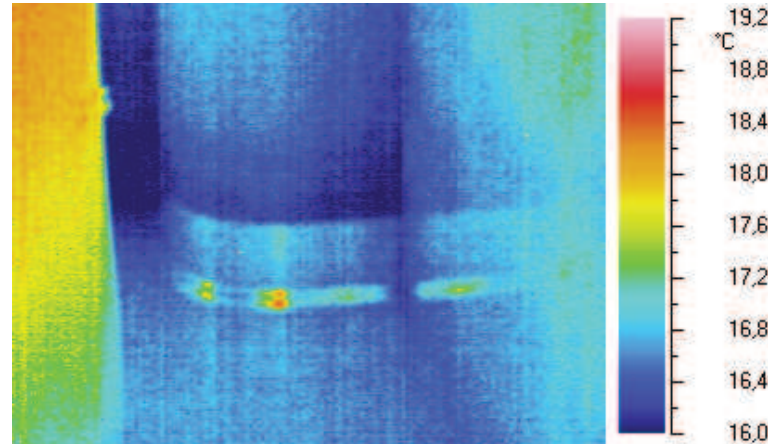
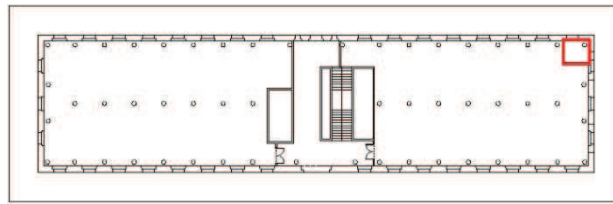
Las imágenes mostradas a continuación se realizaron en las sala de actividades educativas donde a su vez se encuentra el criadero de animales marinos. Este criadero ubicado en una segunda altura dentro de la sala, suma una gran cantidad de humedad ambiental, debido al gran número de depósitos de agua y la temperatura ambiente que se genera para optimizar las condiciones de cría (Temperatura: 21.6°C / Humedad relativa: 52.2% / Punto de Rocío: 11.8°C). A demás de estas condiciones propensas a la aparición de humedades, según los empleados del centro, se produjo una inundación en este local durante la primera semana de octubre del presente año, debido a las fuertes lluvias en esa época, llegando a alcanzar la cota de inundación los 50 cm de altura.

Bajo el suelo de esta sala se encuentra una cámara de aire, a forma de forjado sanitario. En esta cámara de aire se acumuló el agua que según los encargados, no se retiró hasta una semana antes del presente informe. Este conjunto de condiciones ha propiciado la aparición de numerosas humedades de diferentes tipos, desde condensaciones, ascensión por capilaridad y escorrentías; provocando numerosas manchas debido a las deposiciones de sales transportadas por el agua, así como enmohecimiento de los paramentos y carpinterías de madera.

## TERMOGRAFIA Nº 63

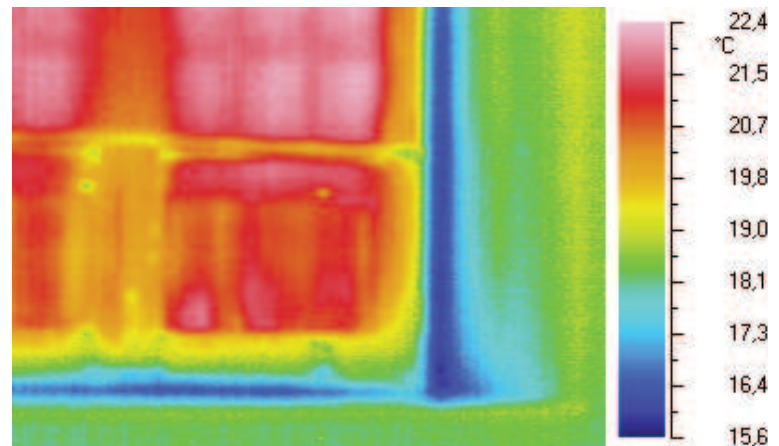
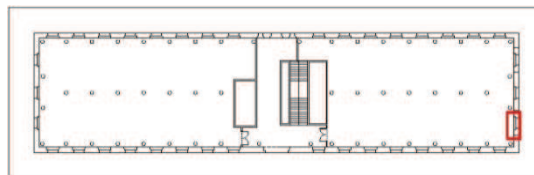


## TERMOGRAFIA N° 68



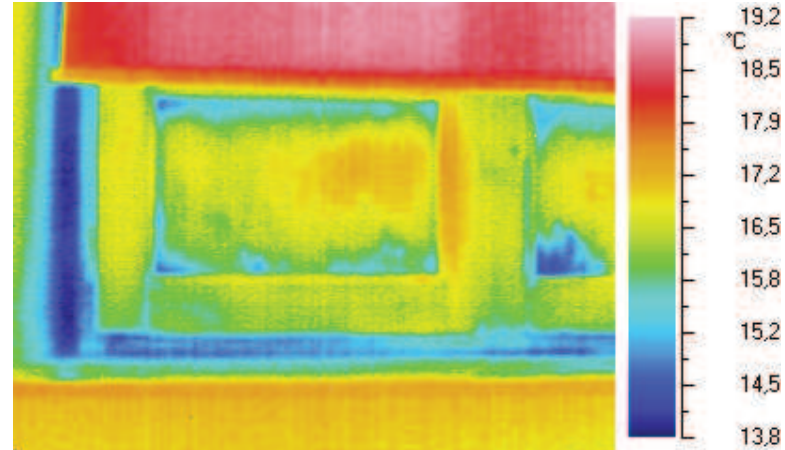
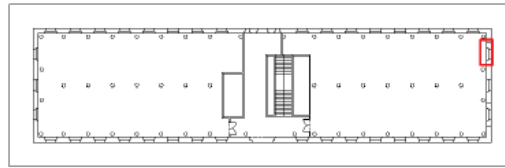
Aquí podemos ver el fenómeno de ascensión de la humedad por capilaridad en la esquina donde se ubican los pilares, afectando a la parte inferior del mismo y el pavimento circundante. La chapa de acero inoxidable que cubre el encuentro del pilar con el pavimento impide que la zona se airee correctamente, aumentando la cota de afección de la patología en la base del pilar.

## TERMOGRAFIA N° 65





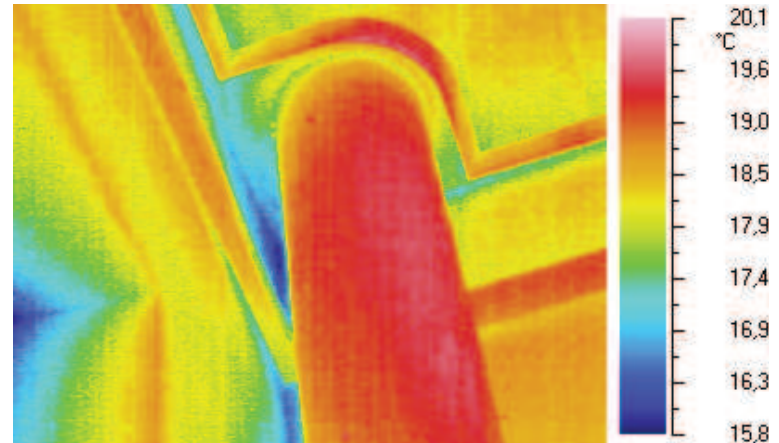
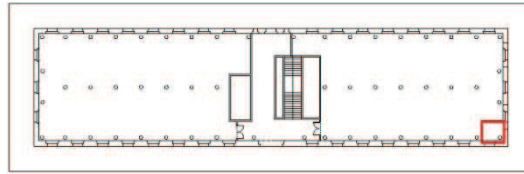
## TERMOGRAFIA Nº 70



En esta imagen podemos apreciar el deterioro de la carpintería de madera por la aparición de hongos. La aparición de hongos en elementos de madera viene generalmente asociada a la humedad, en este caso podemos ver como la zona afectada por la esta patología se encuentra a una temperatura mayor que el entorno, debido a que esta zona absorbe y transmite mayor cantidad de energía térmica, gracias a la conductividad del agua. En el segundo caso, la temperatura de la zona afectada es menor debido a que la ventana se encuentra en una zona de umbría, donde no recibe la radiación directa del sol.

Al igual que en casos anteriores podemos reconocer la zona más fría en color azul, debido a la infiltración de aire del exterior que se produce en la junta de la carpintería con el muro, o como podemos ver en la segunda termografía por orificios derivados del

deterioro de la madera.

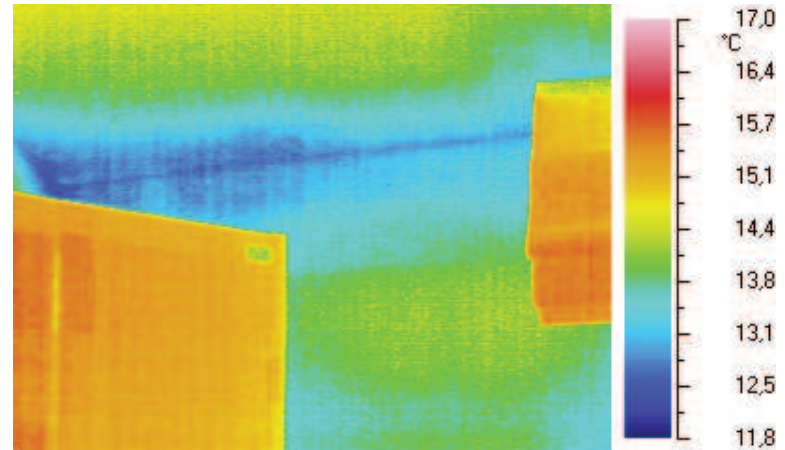
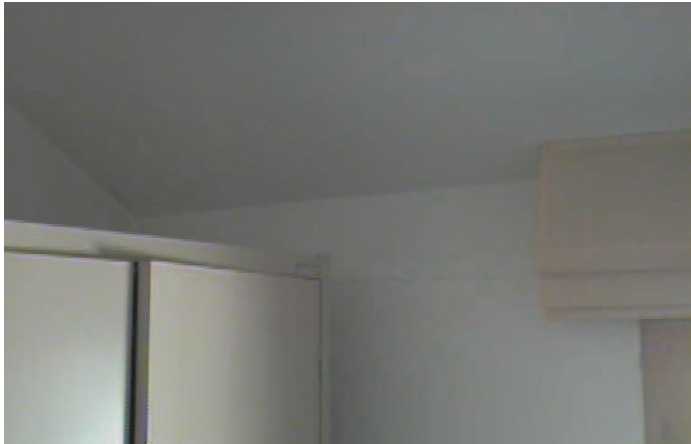
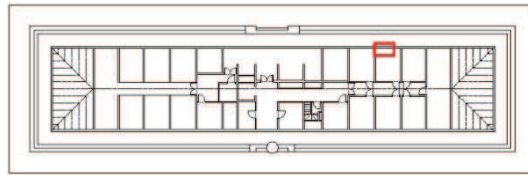


### TERMOGRAFIA Nº 69

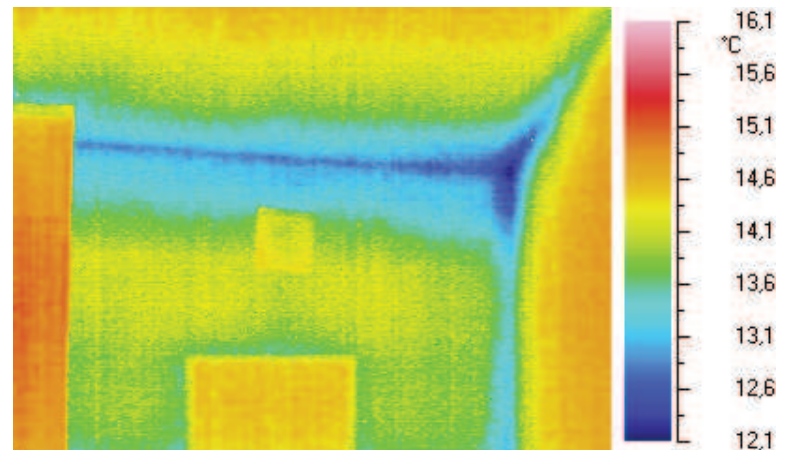
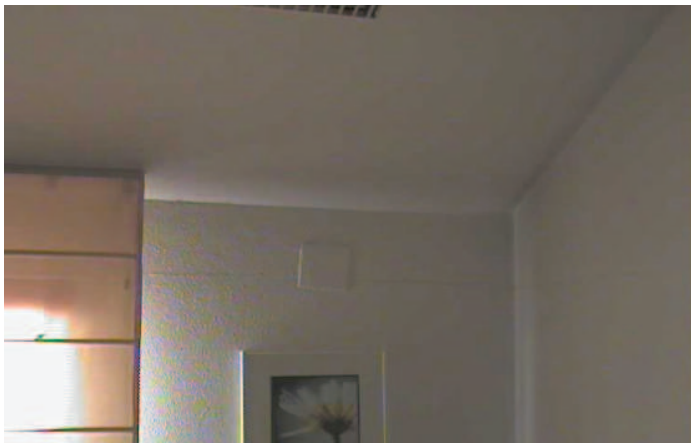
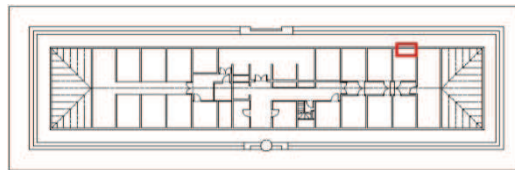
Aquí se aprecia la aparición de hongos en la parte superior del pilar y zona circundante del techo. En este caso la aparición de estos hongos en una zona tan alejada del suelo, no se provoca por un aporte de humedad debido al fenómeno de la capilaridad sino al de condensación, en el que la acumulación de humedad en el ambiente se deposita en zonas donde la temperatura se iguala o se encuentra por debajo del "punto de rocío". Según la imagen visual se aprecia una gran zona afectada por los hongos, aunque como podemos ver en la termografía, la única zona afectada actualmente por la humedad se encuentra en la esquina superior detrás del pilar.

-Las termografías a continuación se realizaron en el interior y exterior de la 3ª planta donde se ubican los despachos. Cabe resaltar una patología generalizada en todo el perímetro de fachada, una grieta prácticamente continua en la parte superior del paramento, a unos 50 cm del techo de cubierta. Esta grieta puede apreciarse tanto desde el interior como desde el exterior, y supone una notable disminución de las capacidades aislantes y de estanqueidad de dicho paramento. Su origen es debido a la falta de previsión de juntas de dilatación de la cubierta durante la rehabilitación del edificio, lo que ha provocado la rotura del paramento en todo su desarrollo.

## TERMOGRAFIA Nº 77



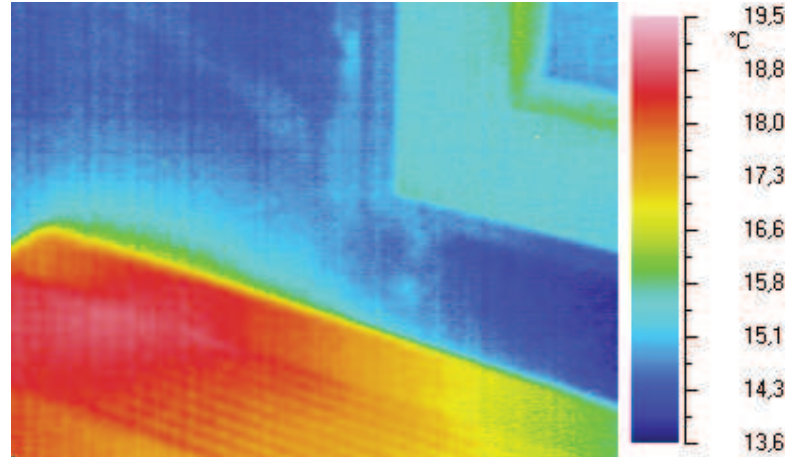
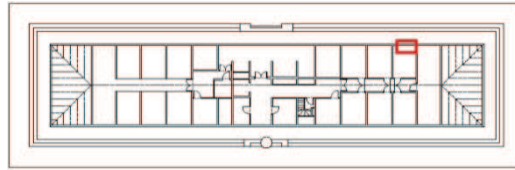
## TERMOGRAFIA Nº 79



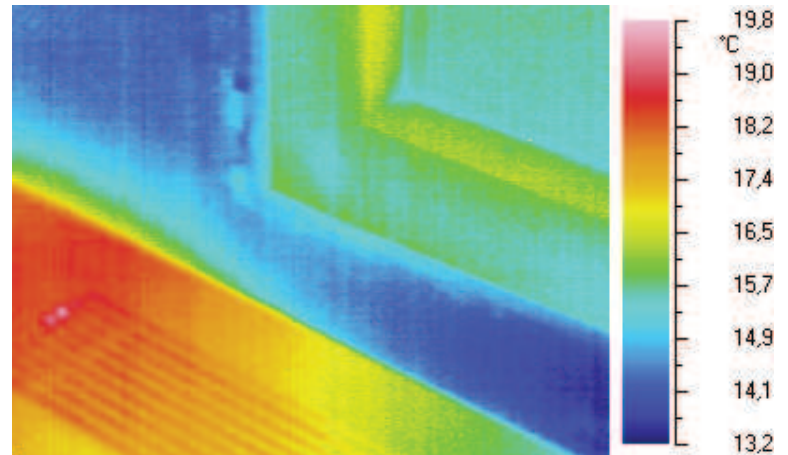
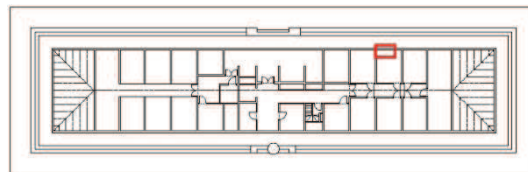
En estas dos imágenes destaca ante todo la infiltración localizada en el encuentro entre el muro de fachada y el forjado de cubierta, estando más concentrada en las dos esquinas superiores. Esto nos revela un notable defecto constructivo o mal diseño del mismo, ya que no permite un correcto aislamiento de la habitación. Esta patología supone una pérdida de eficiencia energética, creando una diferencia de 3°C de temperatura entre la zona más fría y más caliente de la sala.



## TERMOGRAFIA N° 84



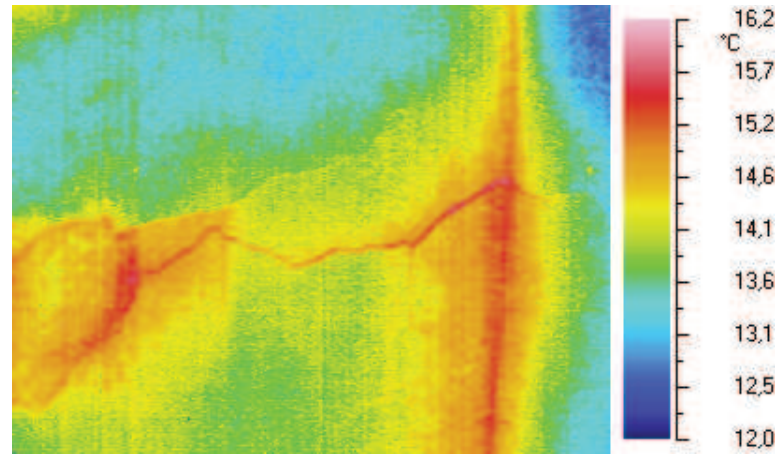
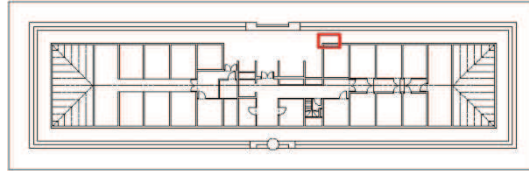
## TERMOGRAFIA N° 85



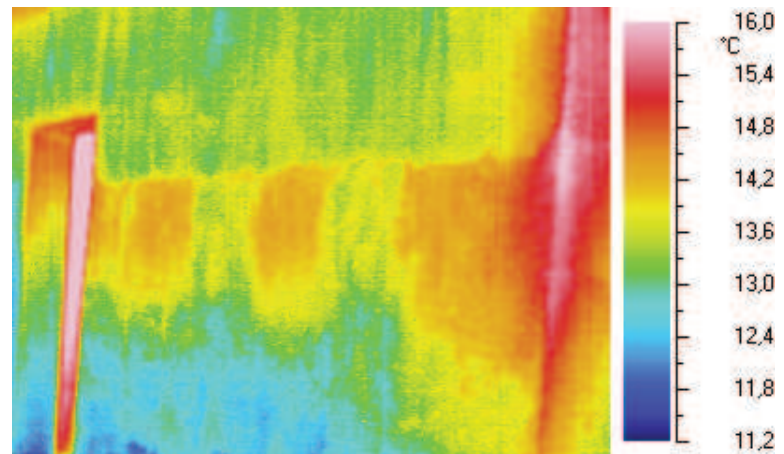
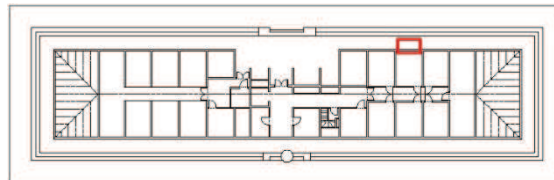
En estas imágenes realizadas de forma más localizada, se muestran defectos de carpintería y patologías similares en diferentes ventanas de la 3ª planta. En ellas podemos ver el mal estado en que se encuentra la carpintería de madera ya que todas presentan un deterioro similar producido por los hongos y la humedad infiltrada del exterior. En este caso, volvemos a localizar la humedad debido a la conductividad térmica del agua.

-A continuación, el análisis se centra en la zona exterior de la planta 3ª, donde se localiza la grieta perimetral antes comentada, así como diferentes defectos en la cornisa y en el solado de la zona de cubierta transitable.

## TERMOGRAFIA Nº 86

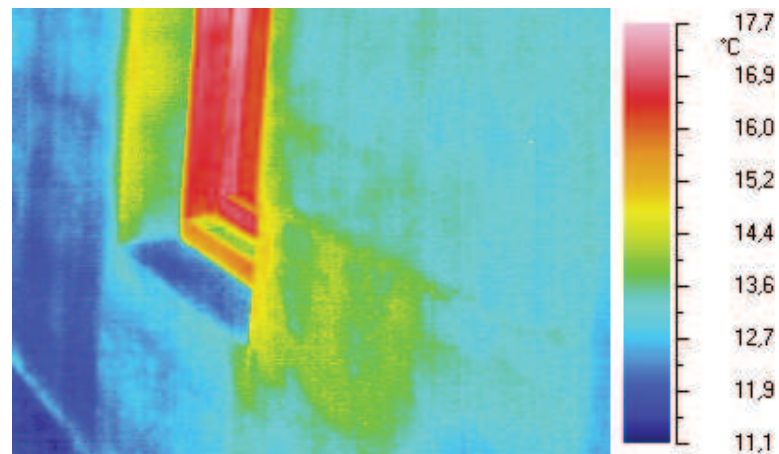
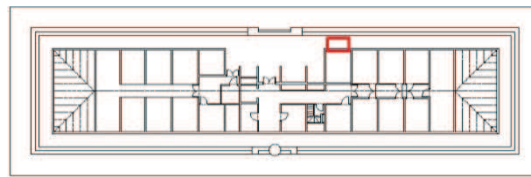


## TERMOGRAFIA Nº 90



Por un lado en la imagen visual, se aprecia con notable claridad la grieta horizontal en el paramento. Por otro lado la imagen térmica nos proporciona una mayor cantidad de información distinguiendo a simple vista como está de afectado el tabique debido a las infiltraciones de agua. Al igual podemos diferenciar la agresividad de la grieta en toda su longitud, observando las zonas que han absorbido una mayor cantidad de agua, lo que nos dice que en estos casos la apertura es mayor y de más profundidad.

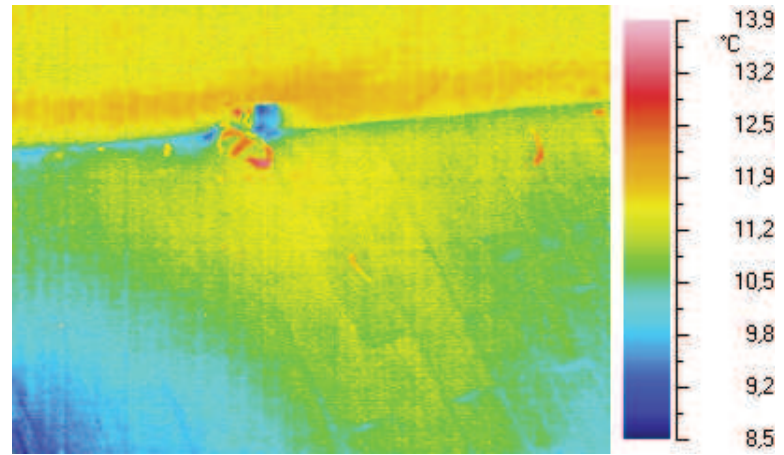
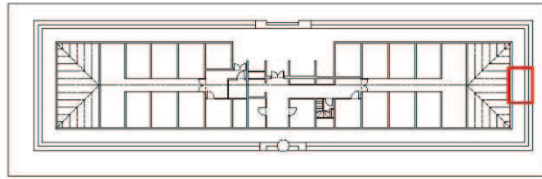
## TERMOGRAFIA N° 88



En este caso podemos observar la zona más afectada de la grieta en la jamba derecha de la ventana, donde hay una gran similitud entre lo que nos muestra la imagen visual, donde podemos ver la zona afectada por la aparición de manchas, y su homóloga, donde se plasma esta afección por medio de la diferencia de temperatura en el paramento afectado.

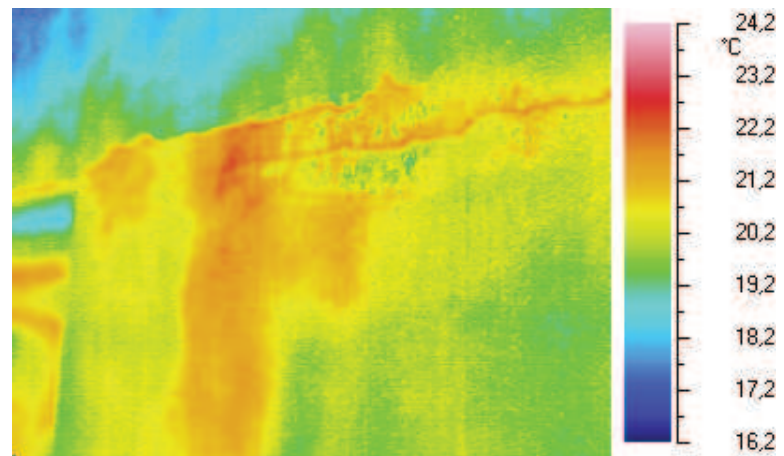
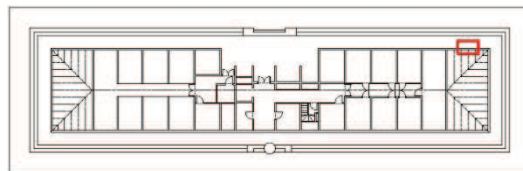


## TERMOGRAFIA Nº 95

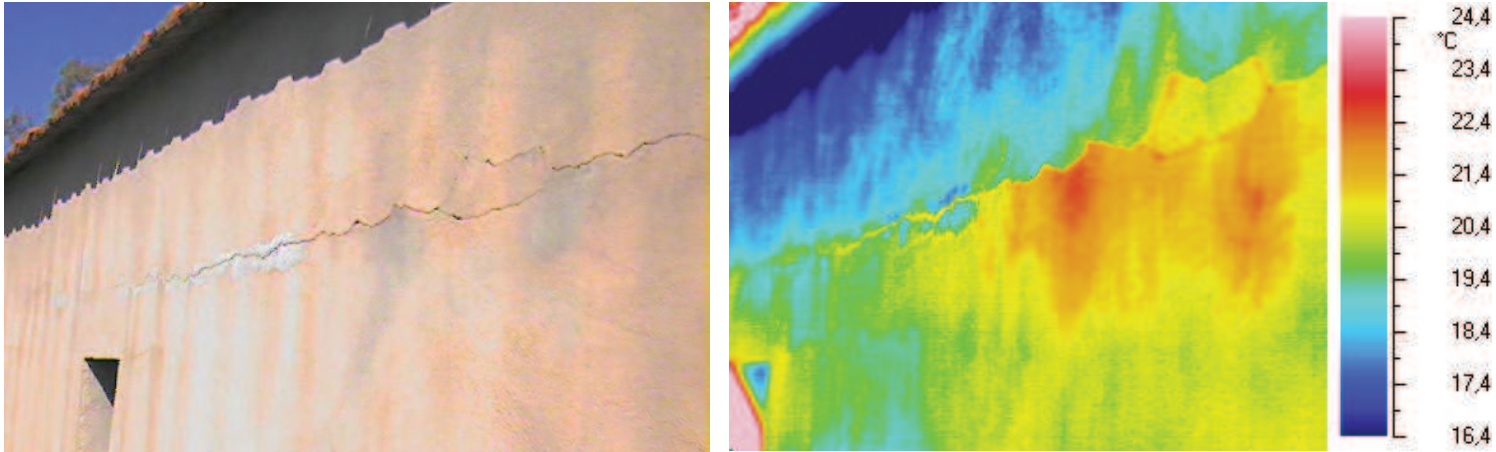
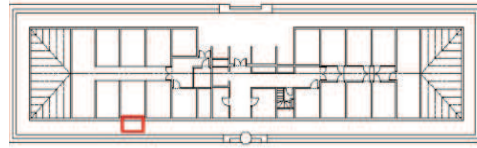


Estas imágenes fueron tomadas en uno de los desagües de la cubierta transitable que rodea la tercera planta. En la imagen visual podemos identificar tanto la zona afectada por la humedad como aquella donde aparece el biodeterioro, pero mediante la termografía se puede observar que la humedad afecta a una zona mucho más amplia

## TERMOGRAFIA Nº 94



## TERMOGRAFIA Nº 104



En esta ocasión, como podemos ver en las imágenes visuales, la grieta está perfectamente definida iniciándose en el encuentro entre el dintel y la jamba. Esta continúa por todo el paramento aunqu en la termografía podemos observar claramente cómo esta grieta afecta al paramento, siendo más intensa en la zona más anaranjada, ya que es aquí donde se ha acumulado mayor cantidad de humedad y por lo tanto resalta con una mayor temperatura que la de su entorno. Gracias a esto podemos identificar que el daño producido por la grieta no se limita únicamente a su circuito de desarrollo, sino que en algunas zonas ésta permite una mayor entrada de humedad aumentando la patología sin que ésta pueda ser apreciada a simple vista.

### 3.3.5 Diagnóstico.

A continuación, se presenta un plano de la fachada principal donde se pueden observar diversas patologías producidas por distintos tipos de humedad.

Mediante un primer examen visual, se localizaron en diferentes puntos de la fachada, desconchamientos y manchas de humedades. Éstas se localizaban en zonas alejadas del suelo y de elementos de evacuación de las aguas pluviales, por lo que se pudo comprobar que estas provienen de filtraciones del interior del edificio.

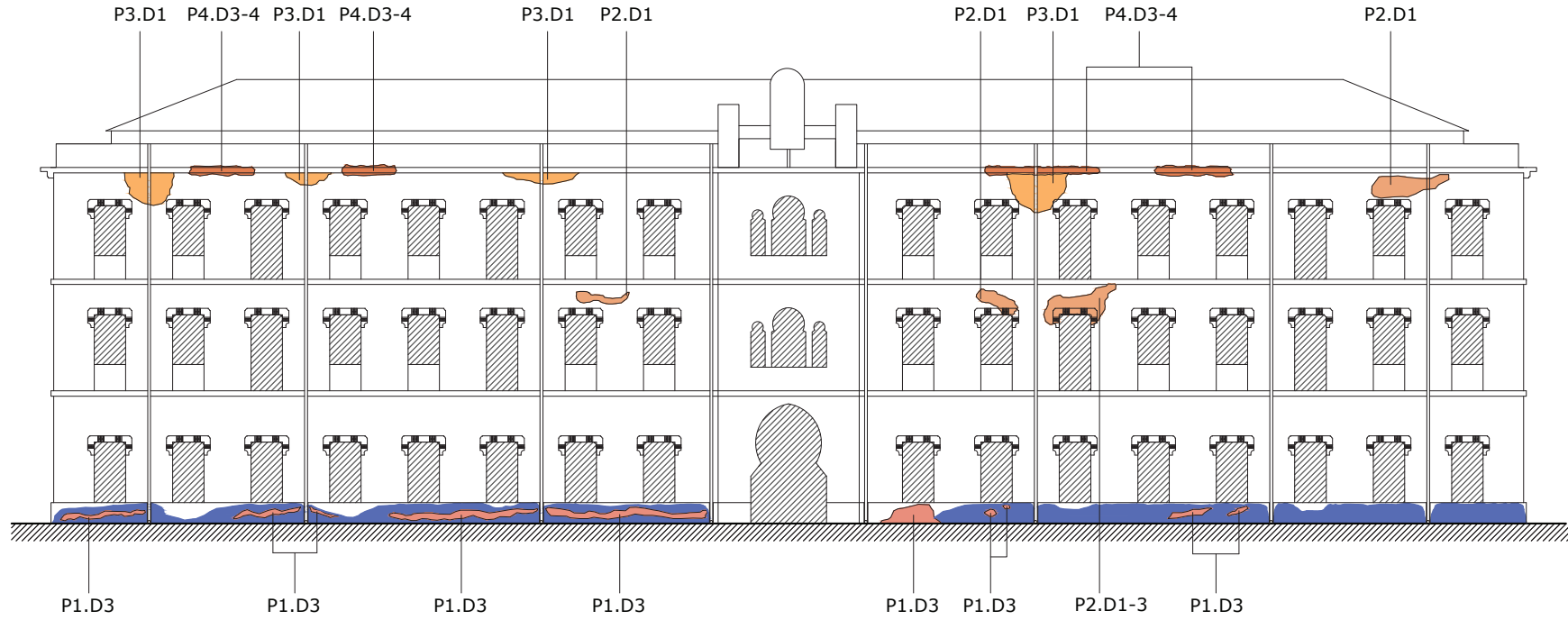
Durante esta primera toma de datos, se localizan numerosos desconchamientos y manchas de humedad, que se sitúan en los inicios de bajantes de la tercera planta que evacúan el agua de la cubierta. En estos casos, una rotura o deterioro del desagüe produce una deficiente evacuación de las aguas pluviales, fenómeno que provoca un aporte de agua en intervalos de lluvia, humedeciendo la parte del muro cercana al desagüe. Cerca de estos puntos, más concretamente en la cornisa que conforma un vierteaguas en la 3ª planta, se observan partes deterioradas, donde la acumulación de humedad ha provocado disgregaciones en el material y aparición de hongos.

Otra de las afecciones detectadas, esta vez en el zócalo, es un desarrollo continuo de manchas de humedad con deposiciones de sales, a lo largo todo el desarrollo del mismo. Estas humedades han afectado al material, provocando la disgregación del mismo en puntos localizados.

Una vez realizado este primer examen visual, pasamos a realizar la inspección termográfica. Mediante esta tecnología pudimos distinguir, qué humedades estaban en activo y cuáles no. De forma generalizada en la fachada principal, la mayor parte de las humedades nombradas anteriormente, apenas se distinguían, por lo que se deduce que estas no estaban en activo. Esto nos da una señal de cómo y con qué frecuencia están afectando a los diferentes materiales. Por un lado, en el caso de las humedades producidas por roturas de los desagües de la cubierta, se produce la afección en intervalos de tiempo cercanos a precipitaciones. Por el contrario, sí se pudo apreciar en la zona del zócalo, una distribución diferencial de la temperatura con respecto al resto de la fachada, lo que nos indica, que en este caso la humedad era activa y sí estaba afectando de forma continua a esta zona. El aporte continuo de humedad por capilaridad, debido a la localización del edificio, provoca que el zócalo esté continuamente afectado por esta patología, produciendo el deterioro que desencadena mayores deficiencias tanto en el interior como el exterior de la fachada.

A continuación se muestra en un plano, la localización y distribución de las humedades descritas, de la fachada principal del pabellón nº 4.





- Patología 1: Humedad por capilaridad. (P1)
- Patología 2: Humedad filtrada desde el interior. (P2)
- Patología 3: Rotura desagüe de cubierta. (P3)
- Patología 4: Cornisa en mal estado deficiente evacuación del agua. (P4)

- Deterioro 1: Manchas por acumulación de sedimentos.(D1)
- Deterioro 2: Desconchamientos del material de acabado. (D2)
- Deterioro 3: Disgregación del material. (D3)
- Deterioro 4: Aparición de hongos por acumulación de humedad. (D4)

La zona marcada en este color representa la humedad activa que no puede apreciarse mediante inspección visual, su detección se ha realizado por medio de la termografía.

## CONCLUSIÓN.

A través de este proyecto se ha conseguido demostrar la funcionalidad del uso de la termografía en la detección y diagnóstico de humedades en todas sus variantes. Los resultados obtenidos durante la elaboración del estudio nos muestran como estas humedades han repercutido sobre el objeto de análisis, en este caso el Pabellón nº 4 del Cuartel de Artillería, proporcionándonos información sobre su origen, actividad y zona de afección.

Con respecto al origen, se puede constatar, que mediante la termografía son diagnosticados los diversos tipos de humedades provocadas por condensación, filtraciones de agua, capilaridad y rotura de instalaciones.

En relación a la actividad se puede observar cuando una humedad es activa, inactiva o es intermitente.

Por ultimo en lo que concierne a la zona de afección, teniendo en cuenta los datos obtenidos, se aprecia de forma general que la zona afectada por la humedad es notablemente mas amplia a la que se distingue mediante una inspección visual.

Con este proyecto se pretende fomentar el uso de este tipo de tecnologías en la intervención sobre edificios de patrimonio histórico y cultural ya que no afectan ni deterioran a los mismos, además de obtener mayor cantidad de información contrastable que nos permite emitir el mejor diagnostico a la hora de intervenir, manteniendo intacto el objeto de análisis.

- *Natalia Sanchez Aldana y Juliana Velásquez Gómez. Imágenes por radiación infrarroja y termografía. (EIA) (CES).*
  - *Lic. Karim Ogando. Microbolómetros para la detección ifrarroja lejana.*
  - *Institute of Physics Publishing. HgCdTe infrared detector material: history, status and outlook. Institute of Applied Physics, Military University of Technology, 2 Kaliskiego St., 00-908 Warsaw, Poland.*
  - *Daniel L Balageas. Termografía Infrarroja : una técnica multifacética para la Evaluación No Destructiva (END). IV Conferencia Panamericana de END Buenos Aires.*
  - *Ignacio Cañas Guerrero, Silvia Martín Ocañal, Ignacio González Requena. Aplicabilidad de la termografía para la inspección de los edificios rurales: caso de una comarca española.*
  - *Wikipedia, la enciclopedia libre: Radiación Infrarroja. Se puede encontrar en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n\\_infrarroja](http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_infrarroja)*
  - *Flyr Systems. The global leader in infrared cameras. Se puede encontrar en: <http://www.flir.com/cs/emea/es/>*
  - *Miguel Rodríguez Llopis. Historia de la Región de Murcia.*
  - *Ángel Luis Molina Molina. La evolución urbana en la Región de Murcia. (1946)*
  - *Vicente M. Roselló Verger. Evolución Urbana de la ciudad de Murcia. 831-1973*
  - *Jose María Serrano Martínez. Área metropolitana de Murcia, análisis del crecimiento urbano en su borde sur.*
  - *Taller de historia del barrio del Carmen. El barrio del Carmen en la historia de Murcia s.XX*
  - *Antoni González Moreno-Navarro. La Restauración Objetiva (Método SCCM de restauración monumental). Diputació de Barcelona Àrea de Cooperació Servei del Patrimoni Arquitectònic Local.*
- Servei del Patrimoni Arquitectònic Local
- *Luis Jimenez Lopez. Humedades en la construcción*
  - *D. Juan Avilés Arnau Comandante graduado Capitán de Ingenieros. Edificios Militares. CUARTELES. Barcelona sección Tipográfica de Ingenieros 1887.*
  - *Comisión de Estudios de Edificios Militares. Cuarteles de Infantería. Madrid 1847.*



# ANEXOS

## DOCUMENTO 1:

Certificado de realización de practicas en el Centro Tecnológico de la Construcción de la RM.



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

CERTIFICADO DE REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS EXTERNAS DE  
ESTUDIANTES EN ENTIDADES COLABORADORAS

MARÍA DEL CARMEN PASTOR ÁLVAREZ, SECRETARIA GENERAL DE  
LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA, POR MEDIO DEL  
PRESENTE ESCRITO

CERTIFICA

Que, según consta en nuestros archivos, D/Da. **PABLO JOSE CABEZA MARTINEZ**, con Documento Nacional de Identidad número **77723717R** ha realizado prácticas, al amparo del Convenio de Cooperación Educativa que desarrolla el Real Decreto 1707/2011, de 18 de noviembre, en la empresa **CENTRO TECNOLÓGICO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA RM**, durante el periodo comprendido entre el **1 de octubre de 2012** y el **25 de febrero de 2013** con un total de **500** horas y habiendo realizado las siguientes actividades: Realización de proyecto fin de carrera. Detección de humedades mediante termografía infrarroja. 1.- Recopilación de documentación, estado del arte, metodología e intervención. 2.- Planificación de ensayos 3.- Realización de ensayos in situ. 4.- Análisis de los resultados. 5.- Propuestas a adoptar

Y para que conste y surta sus efectos, expido la presente certificación en Cartagena a 18 de marzo de 2013

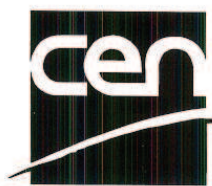




## DOCUMENTO 2:

Normativa Europea 13187:1998

-Prestaciones térmicas de edificios. Detección cualitativa de irregularidades en cerramientos de edificios. Método de infrarrojos. (ISO 6781:1983 Modificada). (RATIFICADA POR AENOR EN NOVIEMBRE 2000).



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

<b>ADOPTED EUROPEAN STANDARD</b> <b>NORME EUROPÉENNE ADOPTÉE</b> <b>ANGENOMMENE EUROPÄISCHE NORM</b>	<b>EN 13187:1998</b>
<b>Thermal performance of buildings - Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes - Infrared method (ISO 6781:1983 modified)</b>	
<b>Date of ratification (dor): 1998-11-12</b>	<b>CEN/TC 89</b>

1998-11-18

WI: 00089025

EN 13 187 00007/57962

Sehr geehrte Mitglieder,

Dear Members,

Chers Membres,

aufgrund des positiven Ergebnisses der formellen Abstimmung senden wir Ihnen den vom Technischen Büro des CEN ratifizierten Text der o.g. Europäischen Norm zwecks Übernahme als nationale Norm unter Ihrer Verantwortung.

Further to the favourable result of the formal vote, please find enclosed the text of the above-mentioned European Standard, as ratified by the CEN Technical Board, in view of its implementation as national standard under your responsibility.

Suite au résultat favorable du vote formel, nous vous prions de trouver ci-joint le texte définitif ratifié par le Bureau Technique du CEN de la Norme européenne ci-dessus mentionnée en vue de sa transposition comme norme nationale sous votre responsabilité.

Ihre Verpflichtungen als CEN-Mitglied in Bezug auf Europäische Normen sind in der CEN/CENELEC Geschäftsordnung Teil 2, Abschnitt 5.2.2 festgelegt.

Your obligations as a CEN Member towards European Standards are laid down in the CEN/CENELEC Internal Regulations Part 2, subclause 5.2.2.

Vos obligations comme Membre du CEN vis-à-vis des Normes européennes sont établies dans le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC Partie 2, paragraphe 5.2.2.

Wir bitten Sie, uns jede Information hinsichtlich der Übernahme dieser Europäischen Norm in Ihrem Land entsprechend der o.g. Geschäftsordnung zu übersenden.

We kindly request you to send us all information concerning your action for the implementation of this European Standard in your country according to the above-mentioned regulations.

Nous vous demandons de nous envoyer toute information concernant votre action pour la transposition de cette Norme européenne dans votre pays selon le règlement mentionné ci-dessus.

In Übereinstimmung mit den Entscheidungen des Verwaltungsrates bezüglich der Verbesserung der Transparenz und Verfügbarkeit von ENs darf der ratifizierte Text der ENs schon vor der Übernahme als nationale Normen verkauft werden.

In accordance with the decisions of the Administrative Board of CEN aiming at an improvement of the transparency and availability of ENs, the ratified text of the ENs may be sold in anticipation of the national standards transposing those ENs.

Selon les décisions du Conseil d'Administration du CEN pour améliorer la transparence et la disponibilité des EN, le texte ratifié des EN peut être vendu en anticipation des normes nationales transposant ces EN.

Anbei senden wir Ihnen eine Anmerkung auf blauem Papier, die als Deckblatt für den ratifizierten Text während dieser Übergangszeit gebraucht werden soll.

We enclose for your convenience a notice printed on blue coloured paper which is to be used as a cover page for the ratified text during this interim period.

Nous joignons pour votre facilité un avertissement imprimé sur du papier bleu destiné à être utilisé comme page de garde du texte ratifié durant cette période transitoire.

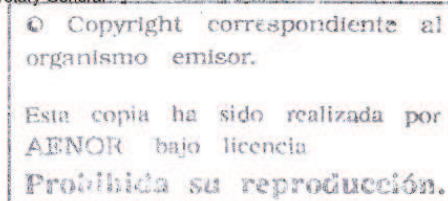
Mit freundlichen Grüßen

Yours faithfully,

Veuillez agréer, Chers Membres, l'expression de nos sentiments distingués.

G. HONGLER  
Secretary General

Enclosures



T2/ANGL

Rue de Stassart, 36 • B-1050 Bruxelles  
Tel : +32 2 550 08 11 • Fax : +32 2 550 08 19

**Contenidos**

Prefacio	4
Introducción	4
1 Alcance	5
2 Normativa de referencia	5
3 Definiciones	6
4 Principio	7
5 Sistema de detección de radiación infrarroja	7
6 Examen termográfico	8
7 Informe termográfico	12
Anexo A (informativo) Termogramas de referencia	15
Anexo B (informativo) Ejemplos de los termogramas obtenidos en paredes de montantes “sin defectos”	18
Anexo B (informativo) Ejemplos de los termogramas obtenidos en paredes de montantes con defectos realizados a propósito	19
Anexo D (informativo) Ejemplo del conjunto de requisitos para el ensayo	20

## **PREFACIO**

Esta Norma Europea ha sido elaborada por el Comité Técnico CENT/TC 89 “Thermal performance of buildings and building components” (8), cuya secretaría está en manos del SIS.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación a más tardar en mayo de 1999 y normas nacionales en conflicto con la misma se retirarán, a más tardar en mayo de 1999.

De acuerdo con el CEN/CENELEC International Regulations, las organizaciones de normas nacionales de los siguientes países están obligadas a implantar esta Norma Europea: Austria, Bélgica, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Islandia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Noruega, Portugal, España, Suecia, Suiza y Reino Unido.

Esta norma se basa en la Norma Internacional ISO 6781:1983, Aislamiento térmico – Detección cualitativa de irregularidades térmicas en la envolvente de los edificios – Método infrarrojo, el cual fue modificado para tener en cuenta el desarrollo de la práctica y el desempeño del equipo de inspección. La modificación principal es la inclusión de un procedimiento para “Prueba simplificada con cámara IR”.

Esta norma es una de una serie de normas para el diseño de evaluación de rendimiento térmico de los edificios y sus elementos.

## **INTRODUCCION**

Las irregularidades térmicas en las propiedades de los componentes de la envolvente exterior de un edificio son el resultado de la variación de temperatura sobre las superficies de las estructuras. La temperatura de la superficie está influenciada por el flujo de aire dentro y a través de la envolvente del edificio. Por lo tanto la distribución de temperatura en la superficie puede utilizarse para, por ejemplo, detectar defectos de aislamiento, contenidos de humedades y/o fugas, en los componentes constituyentes de la envolvente exterior del edificio.

La Termografía de los edificios es un método indicador y representativo de la distribución de temperatura sobre partes de la superficie de la envolvente exterior. En el contexto de esta norma, la termografía se lleva a cabo por medio de un sistema de detección de la radiación infrarroja que produce una imagen basada en la temperatura aparente radiada de la medida de la zona objetivo. La radiación térmica (densidad de radiación infrarroja) de la zona objetivo es convertida por el sistema de detección de la radiación infrarroja para producir una imagen térmica que representa la intensidad relativa de la radiación térmica de las diferentes partes de la superficie.

La intensidad de la imagen está en función de la temperatura de la superficie, características



de la superficie, la condiciones ambientales y del propio sensor. El procedimiento de medida engloba también la interpretación de las imágenes térmicas (termogramas).

## **1.-ALCANCE**

Esta norma especifica un método cualitativo, por medio el examen termográfico, para detectar irregularidades térmicas en la envolvente de los edificios. El método utilizado inicialmente para identificar variaciones de ondas en las propiedades térmicas, incluyendo la hermeticidad de los componentes constituyentes de la envolvente exterior de los edificios.

En esta norma se especifican dos formas de análisis termográfico.

La toma de datos con una cámara de infrarrojos está destinada principalmente para la inspección de actuaciones globales de nuevos edificios o la evaluación después de una actuación de restauración o rehabilitación.

La realización de pruebas simplificadas con una cámara IR son convenientes en la realización de auditorías, por ejemplo, en el caso de un proyecto de reconstrucción, en el control de producción o de otras inspecciones rutinarias.

Estas dos adaptaciones difieren principalmente en cuanto a la presentación de informes y la presentación de los resultados.

Los resultados obtenidos por medio de este método tienen que ser interpretados y evaluados por personal formado específicamente para este propósito.

Esta norma se aplica para determinar localizaciones con irregularidades térmicas y detección de fugas de vías de fugas de aire a través del recinto. Esta norma no se aplica para la determinación del grado de insolación térmica o hermeticidad al aire de la estructura. Para dichas actuaciones, se requieren otros métodos de examen.

## **2.- NORMATIVA DE REFERENCIA**

Esta norma incorpora por referencia o sin fecha, las disposiciones de otras publicaciones. Estas referencias a normativa se citan en los lugares apropiados de la prueba y sucesivas publicaciones de interés. Para referencias fechadas, modificaciones posteriores o revisiones de cualquiera de estas publicaciones aplicadas a esta norma sólo se incorporarán solo mediante revisión o modificación. Para referencias sin fecha, se aplica la última edición de la publicación mencionada.

EN ISO 7345 Thermal Insulation – Physical quantities and definitions (ISO 7345:1987)

EN ISO 9288 : 1996 Thermal insulation – Heat transfer by radiation – Physical quantities and definitions (ISO 9288:1989)

### **3.- DEFINICIONES**

Para el propósito de esta norma, las definiciones de EN ISO 7345 y EN ISO 9288 se exponen a continuación:

**3.1 Termografía:** determinación y representación de la distribución de temperatura mediante la medida de la densidad de la radiación infrarroja de la superficie, incluyendo la interpretación de posibles mecanismos que puedan producir irregularidades en las imágenes térmicas.

**3.2 Imagen térmica:** imagen realizada con un sistema de detección de radiación infrarroja y que representa la distribución de temperatura de la radiación aparente sobre la superficie.

**3.3 Termograma:** imagen térmica, documentada con una imagen de la pantalla de la cámara, gravado en una cinta de video, disquete de datos digital, como un archivo en un ordenador o en un disco duro.

**3.4 Radiación total:** tasa de flujo radiante de calor dividido por el ángulo sólido alrededor de la dirección y el área proyectada normal a esta dirección.

NOTA: la “Radiación” incluye la radiación emitida de la superficie así como la reflejada y la transmitida.

**3.5 Temperatura de la radiación aparente:** temperatura obtenida de la medida de la radiación total.

NOTA: esta temperatura es la equivalente a la temperatura del cuerpo negro que produciría la misma radiación total.

**3.6 Imagen isotérmica:** imagen térmica con isotermas.

**3.7 Isoterma:** zona de la pantalla compuesta por puntos, líneas o áreas que tienen la misma densidad de radiación infrarroja.

**3.8 Cámara IR:** sistema de detección de radiación infrarroja que produce imágenes térmicas basadas en la temperatura de radiación aparente.

#### **4.- PRINCIPIO**

El examen termográfico de las partes de un edificio comprende:

- a) Determinación de la distribución de temperatura sobre una parte de la envolvente de un edificio, de la distribución de la radiación de temperatura aparente obtenidas por medio de un sistema de detección de radiación infrarroja.
- b) Determinar si esta distribución de la temperatura es “anormal”, es decir si es debido, por ejemplo, a defectos en el aislamiento, contenido de humedades y/o fugas de aire.
- c) si es así, la evaluación de escribir una informe de los defectos.

Con el fin de determinar si las variaciones observadas en las propiedades de aislamiento térmico son anormales, los termogramas obtenidos se comparan con la distribución de la temperatura prevista sobre la superficie, determinada por las características de diseño de la envolvente del edificio y por el entorno en el momento del examen. Las distribuciones de temperatura previstas pueden ser determinadas por medio de “termogramas de referencia”, cálculos u otras investigaciones. Esta determinación se basa en dibujos y otros documentos relacionados con la envolvente exterior, con la calefacción y sistemas de ventilación del edificio a inspeccionar.

#### **5.- SISTEMA DE DETECCIÓN DE RADIACIÓN INFRARROJA.**

El sistema de radiación infrarroja comprenderá:

- a) Un sensor de radiación infrarroja, trabaja a una longitud de onda de entre 2 y 12  $\mu\text{m}$ , que puede detectar una temperatura radiada aparente de interés con suficiente resolución.
- b) un dispositivo que hace que hace visible y muestra, en forma de una imagen térmica, la temperatura aparente radiada sobre la superficie que está siendo examinada.
- c) Un dispositivo que hace posible guardar imágenes térmicas y en caso de ser necesario datos digitales sobre las medidas;
- d) un medio para establecer los niveles de temperatura en la superficie a inspeccionar.

Durante el periodo de pruebas, no se producirá ninguna desviación significativa en el sistema de detección de la radiación infrarroja.

#### **6.- EXAMEN TERMOGRÁFICO**

##### **6.1.-Requerimientos generales de la inspección.**

Con el fin de definir las necesidades reales, y en particular la zona de la envolvente del edificio a partir de los cuales el examen termográfico se va a realizar, se deben considerar los siguientes factores:

- a) las especificaciones y capacidades del equipo de Termografía:
- b) las características de la envolvente del edificio, es decir, respecto a los tipos y ubicaciones de los equipos de calefacción, elementos estructurales y capas de aislamiento;

- c) las propiedades emisivas de las superficies (revestimientos);
- d) factores climáticos;
- e) accesibilidad para una correcta inspección;
- f) influencia del medio ambiente
- g) otros factores de importancia.

La diferencia de temperatura a lo largo de la envolvente del edificio, debe ser suficiente amplia para permitir la detección de irregularidades térmicas. Para facilitar la interpretación, el examen termográfico debe ser realizado preferiblemente con unas diferencias de presión y temperatura constantes a lo largo de la envolvente del edificio. (La interpretación de termogramas realizados bajo condiciones no estables requiere un mayor grado de experiencia y conocimientos constructivos). Esto implica, entre otras cosas, que las tomas de datos no deben realizarse cuando la temperatura interior y exterior es susceptible de variar considerablemente, cuando la estructura está expuesta directamente a la radiación solar, o cuando las condiciones del viento varían notablemente.

Estos requisitos de carácter general deben ser considerados cuando se lleva a cabo un examen termográfico. Los requisitos actuales pueden variar en función de las propiedades térmicas de la envolvente del edificio a inspeccionar y las características del sistema de detección utilizado, las cuales también cambian al tener en cuenta la climatología local. Las condiciones meteorológicas se deben tener en cuenta cuando se está llevando a cabo el examen y se está realizando la evaluación de los termogramas, y debe ser cuidadosamente reflejado en el informe de Termografía.

NOTA: en el **anexo D**, figura un ejemplo verdadero de un conjunto de requisitos de prueba, aplicable a las condiciones escandinavas. Las condiciones nacionales especiales, pueden justificar otros conjuntos de requisitos de prueba, para asegurarse de aproximarse a las condiciones de estado estacionario.

## 6.2.- Procedimiento

Cuando sea posible, se deben consultar dibujos y otros documentos relacionados con la envolvente del edificio a examinar. La emisividad de la superficie de los materiales se obtendrá de las tablas pertinentes.

Información referente a la temperatura exterior, nubosidad, precipitaciones y cualquier humedad en el exterior del edificio, junto con las condiciones del viento han de ser registradas.

Si las fugas de aire son relevantes para el examen, se debe producir una diferencia de presión a través del edificio, o el examen se ha de realizar con una apropiada diferencia de temperatura existente. Si el propósito principal del examen termográfico es localizar fugas de aire, la diferencia de presión deberá de ser por lo menos de 5 Pa en la ubicación de la inspección. El examen termográfico deberá realizarse en la zona de más baja presión.

Se tendrá en cuenta el efecto producido por las capas de aire de ventilación, por ejemplo en muros o por fuentes de calor instaladas en el edificio, en la temperatura de la envolvente a examinar. Si es posible, las fuentes de calor que puedan interferir en la toma de datos deberán ser desconectadas antes de que empiece el examen. Muebles, cuadros, etc., que puedan influenciar el resultado, serán retirados para que las áreas a inspeccionar estén sin obstáculos. Los cambios requeridos se realizarán de forma que eviten efectos transitorios,



Inmediatamente antes de empezar con el examen, la temperatura del aire interior y exterior se determinará con una precisión de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Cuando la diferencia de presión a través de la envolvente se ha de determinar, se recomienda que esta medida se realice con una precisión de  $\pm 2$  Pa por el lado de sotavento y barlovento para cada planta. Los valores observados se registraran. Es de gran importancia definir con exactitud la dirección de la diferencia de presión a través de la sección de la envolvente del muro y la posición del plano neutral, si lo hay.

Las distribuciones de temperatura previas para la envolvente a examinar, se seleccionarán, teniendo en consideración las condiciones del examen.

El sistema de detección de radiación infrarroja se deberá elegir ajustándose acorde con las instrucciones para su uso. La sensibilidad, el rango y la apertura, según corresponda, se establezcan para cubrir el rango de temperatura de la superficie que está siendo estudiada.

Las variaciones de la temperatura aparente radiada dentro de la imagen térmica en la superficie de la envolvente del edificio deben ser medidas con una precisión de  $\pm 10\%$  o  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , de ambos casos elegiremos el mejor. Cuando se necesita la temperatura de referencia, es recomendado que se determine con una precisión de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ .

El examen se comenzará mediante la realización de una prueba preliminar sobre la superficie de la envolvente. Las partes de la superficie con especial interés, o partes que presenten anomalías, deberán ser estudiadas al detalle. Los termogramas se realizarán en las partes seleccionadas de la envolvente a inspeccionar (partes que están libres de defectos así como partes donde se sospecha que pueden aparecer defectos constructivos).

Con el fin de decidir si una variación en la radiación de la superficie en cuestión es debido a la reflexión de la otra superficie, es mejor estudiar la superficie desde diferentes posiciones, ya que, en general, la reflexión va a cambiar con la posición.

La posición de las partes representadas en los termogramas, deberán ser indicados en un plano o en un croquis del edificio.

El patrón de la temperatura radiada aparente, se calculará de acuerdo con las instrucciones de uso del sistema de detección de radiación infrarroja. En particular, es esencial que la emisividad y el efecto de reflexión sean considerados o compensados cuando estos patrones sean utilizados para calcular las variaciones de temperatura de superficies reales.

Si los termogramas indican fugas de aire, estas deberán ser verificadas midiendo la velocidad del aire, si es posible.

Si se requiere, los factores que influyen en el coeficiente de transferencia de calor en la superficie interior de la envolvente (flujo de aire, la radiación térmica, la condensación de humedad) deberán ser calculados.

### 6.3.- Evaluación de los termogramas.

Las distribuciones previas de la temperatura para las partes inspeccionadas han de ser determinadas usando dibujos y otros documentos relacionados con la envolvente del edificio y los sistemas de ventilación y calefacción del edificio objetivo. Para este propósito se deberán utilizar todos los medios posibles como, cálculos, experiencia, pruebas de laboratorio o termogramas de referencia de envolventes de edificios sin defectos.

NOTA 1: los termogramas de referencia bien pueden ser realizados en un laboratorio, o puede ser obtenido a partir de ensayos de campo realizados en edificios reales. Los termogramas de referencia se seleccionan de manera que se garantice que la estructura representada por el termograma de referencia y las condiciones correspondientes de las zonas de examen, sean lo más similar posible a la estructura a inspeccionar y para el medio ambiente en el momento del examen. Véanse los anexos A, B y C.

La distribución de temperatura será evaluada a partir de los termogramas. Si esta distribución de temperatura difiere de la esperada, deberá ser notificado. Si las irregularidades no pueden explicarse en base al diseño de la envolvente en concordancia con los dibujos, o efectos de fuentes de calor, o no se le pueden atribuir variaciones de la emisividad o al valor del coeficiente de transmisividad del calor, entonces la irregularidad ha de ser considerada como un defecto.

NOTA2: irregularidades en el aislamiento térmico, la hermeticidad a aire y la estructura del edificio producen varios patrones de temperatura de la superficie. Ciertos tipos de defectos tienen una forma característica en una imagen térmica. En la evaluación de los termogramas, los siguientes patrones característicos deben ser considerados:

- a) uniformidad de temperatura aparente radiada en relación con las secciones de las superficies de estructuras similares donde no haya puentes térmicos
- b) la regularidad e incidencia de las zonas de más frío o calor, son por ejemplo, las esquinas y los pilares.
- c) la ubicación de los contornos y forma característica de las secciones más frías o más calientes
- d) la diferencia de medida entre la temperatura “normal” de la superficie de la construcción y la temperatura de la zona más fría o más caliente.

Las irregularidades que puedan aparecer un termograma suelen indicar un defecto en la envolvente del edificio. La apariencia de un termograma relacionado con una construcción con defectos puede variar considerablemente.

#### 6.4.- Ejemplos de patrones característicos.

- a) Fugas de aire (a menudo en juntas y uniones) en la envolvente del edificio a menudo produce formas con bordes irregulares y grandes variaciones de temperatura.
- b) La falta de aislamiento produce formas regulares y bien definidas, que no están asociados con las características de la estructura del edificio. El área defectuosa tiene una variación relativamente uniforme de la temperatura.
- c) La humedad presente en la estructura suele producir un patrón moteado y difuso. Las variaciones de temperatura no son extremas dentro del patrón.

El tipo de defecto debe ser determinado. Esto se debe realizar mediante cálculos, con otras investigaciones, desde la experiencia y comparando los termogramas actuales con los termogramas de referencia para estructuras conocidas con defectos de aislamiento térmico y las fugas de aire de diversos tipos. Tales determinaciones deben ser completamente justificadas en el informe termográfico.

Para estas partes de la envolvente donde han sido detectados defectos en el aislamiento térmico y fugas de aire, el tipo y la extensión de cada defecto estarán sujetos a un breve análisis.

NOTA: El resultado de la prueba se puede comprobar mediante el desmontaje de la parte de la envolvente del edificio que se sospeche que es defectuosa, y sometiénolo a un examen visual. Otras investigaciones suplementarias pueden incluir mediciones de flujo de calor y pruebas de presurización.

## **7.-INFORME TERMOGRÁFICO**

### **7.1.- Informe sobre el ensayo con una cámara IR**

El informe debe incluir:

- a) Una descripción de la prueba con referencias a esta norma y una declaración, de que la prueba con la cámara de infrarrojos se ha realizado, nombre del cliente y la dirección completa del objeto;
- b) Una breve descripción de la construcción del edificio ( esta información estará basada en dibujos u otra documentación disponible);
- c) Tipos de superficies y materiales utilizados en la estructura y el valor estimado de las emisividades de los mismos.
- d) Orientación del edificio con respecto a los puntos cardinales de una brújula mostrados en un plano, y la descripción de los alrededores (edificios, vegetación, paisaje, etc.);
- e) Especificaciones de los equipos utilizados, incluyendo marca, modelo y número de serie;
- f) Fecha y hora de la prueba
- g) Temperatura exterior. Proporcionar al menos los valores más altos y más bajos observados,
  - I) durante las 24 horas antes del comienzo del examen
  - II) durante el examen
- h) Información general sobre las condiciones de radiación solar, observadas durante las 12 horas previas al comienzo del examen y durante la realización del mismo;
- i) Precipitaciones, dirección del viento y velocidad durante el examen;
- j) Temperatura del aire en el interior y diferencia de temperatura a lo largo de la envolvente durante el examen;
- k) Diferencia en la presión del aire sobre las zonas de sotavento y barlovento, cuando sea necesario para cada piso;
- l) Otros factores importantes que influyen los resultados, como por ejemplo rápidas variaciones en las condiciones meteorológicas
- m) Aclaración de las desviaciones de las pruebas pertinentes

- n) Croquis y/o fotografías del edificio mostrando la posición de los termogramas
- o) Termogramas indicadores de los niveles de temperatura obtenidos de las pruebas, mostrando las partes del edificio donde han sido detectados los defectos, con indicaciones de sus respectivas posiciones, y de la posición de la cámara IR con respecto al objetivo de medida, y con comentarios sobre la apariencia de las imágenes térmicas; si es posible con referencias a partes de la envolvente del edificio con un rendimiento aceptable;
- p) Indicación de las partes examinadas del edificio;
- q) resultados del análisis de tratar con el tipo y el grado de cada defecto constructivo que se ha observado **2)**. Extensión relativa del defecto mediante una comparación de la parte defectuosa de la envolvente con partes similares en todo el edificio;
- r) resultados de investigaciones y medidas suplementarias;
- s) firma y fecha.

**NOTA 2):** De acuerdo con 5.4.3 de EN 45001: 1989, este análisis no incluye ninguna declaración sobre si estos defectos requieren medidas a tomar, o si pueden ser aceptadas. Dicha declaración se puede dar en una carta por separado.

## 7.2.- Informe sobre las pruebas simplificado con una cámara de infrarrojos

El informe debe incluir:

- a) Una descripción de la prueba con referencias a esta norma y una declaración, de que la prueba simplificada con la cámara de infrarrojos se ha realizado, nombre del cliente y la dirección completa del objeto;
- b) Una breve descripción de la construcción del edificio ( esta información estará basada en dibujos u otra documentación disponible);
- c) -
- d) -
- e) -
- f) Fecha y hora de la prueba
- g) -
- h) -
- i) -
- j) Temperatura del aire en el interior y diferencia de temperatura a lo largo de la envolvente durante el examen;
- k) Diferencia en la presión del aire sobre las zonas de sotavento y barlovento, cuando sea necesario para cada piso;
- l) Otros factores importantes que influyen los resultados, como por ejemplo rápidas variaciones en las condiciones meteorológicas



- m) Aclaración de las desviaciones de las pruebas pertinentes
- n) -
- o) -
- p) Indicación de las partes examinadas del edificio;
- q) tipo, zona de afección y posición de cada defecto observado **3).**
- r) resultados de investigaciones y medidas suplementarias;
- s) firma y fecha

**NOTA 3):** De acuerdo con 5.4.3 de EN 45001: 1989, este análisis no incluye ninguna declaración sobre si estos defectos requieren medidas a tomar, o si pueden ser aceptadas. Dicha declaración se puede dar en una carta por separado.

**Anexo A (informativo)****Termogramas de referencia****A.1 Termogramas de referencia obtenidos de las medidas de campo en edificios actuales**

Los termogramas realizados de medidas de campo en edificios actuales pueden ser usados como termogramas de referencia, teniendo en cuenta que deben conocer y documentar debidamente, las características de los edificios objeto del examen, la mano de obra y las condiciones en el momento de la toma de datos.

**A.2. Termogramas de referencia realizados en laboratorio.**

Los termogramas pueden realizarse en una instalación de aire acondicionado donde los componentes de la envolvente del edificio pueden ser contruidos entre una zona fría y otra caliente. La temperatura y presión del aire se deben controlar en ambas zonas. La temperatura de superficie y la emisividad de las paredes en la zona caliente deben tener valores que se encuentren normalmente en la práctica.

Se debe utilizar un numero termogramas de envolventes típicas para la producción de termogramas de referencia.

Se debe construir una envolvente típica “sin defectos” para representar un diseño constructivo libre de defectos.

Las envolventes típicas contruidas con “defectos realizados a propósito” deben contar con fallos de aislamiento térmico y defectos de fuga de aire que se encuentren en la práctica. El tipo y la medida mayor de defectos deben ser tenidos en cuenta.

La envolvente típica debería abarcar una parte representativa de la envolvente que se vaya a tratar, incluyendo las partes adyacentes.

Para la obtención de termogramas tipo, deben seleccionarse un número de combinaciones de temperatura y presión a lo largo de toda la envolvente tipo de manera que corresponda a los valores que se encuentran en la práctica.

Las diferencias de temperaturas deberían abarcar un rango de los 10°C a os 25°C. La temperatura de la zona caliente deberá estar en torno a unos 20°C.

Las diferencias de presión deberían abarcar un rango de 10 Pa, 0 Pa y +10 Pa.

**A.3. Presentación de los termogramas de referencia.**

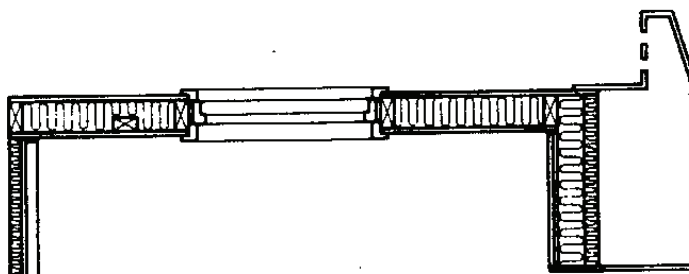
Los termogramas de referencia deben ser documentados y presentados de dos formas, por ejemplo:

- a) como una imagen térmica normal; y
- b) como una de las diferentes “zonas” isotérmicas que muestran claramente la distribución de temperatura que es características de un defecto bajo examen

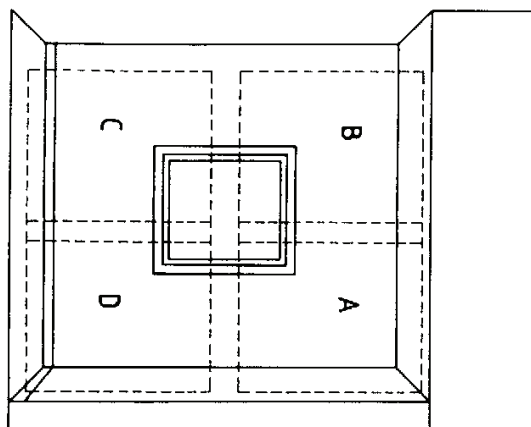
Los ejemplos de termogramas de referencia de una envolvente tipo sin defectos (mirar figura A.1) se muestran en el anexo B.

Los ejemplos de termogramas de referencia de una envolvente tipo (mirar figura A.1) con defectos realizados a propósito se muestran en el anexo C.

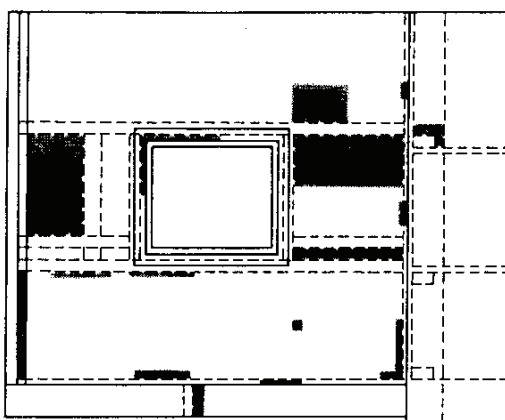
La división de la envolvente tipo en tramas se muestra en la figura A.2 y las posiciones de los defectos realizados a propósito se muestra en la figura A.3. (Los tipos de defectos no se describen en detalle.)



**Figura A.1- Sección de una envolvente tipo usada en los ejemplos de termogramas de referencia mostrados en los anexos B**



**Figura A.2- División tipo de una envolvente en tramas como muestran los anexos B y C.**



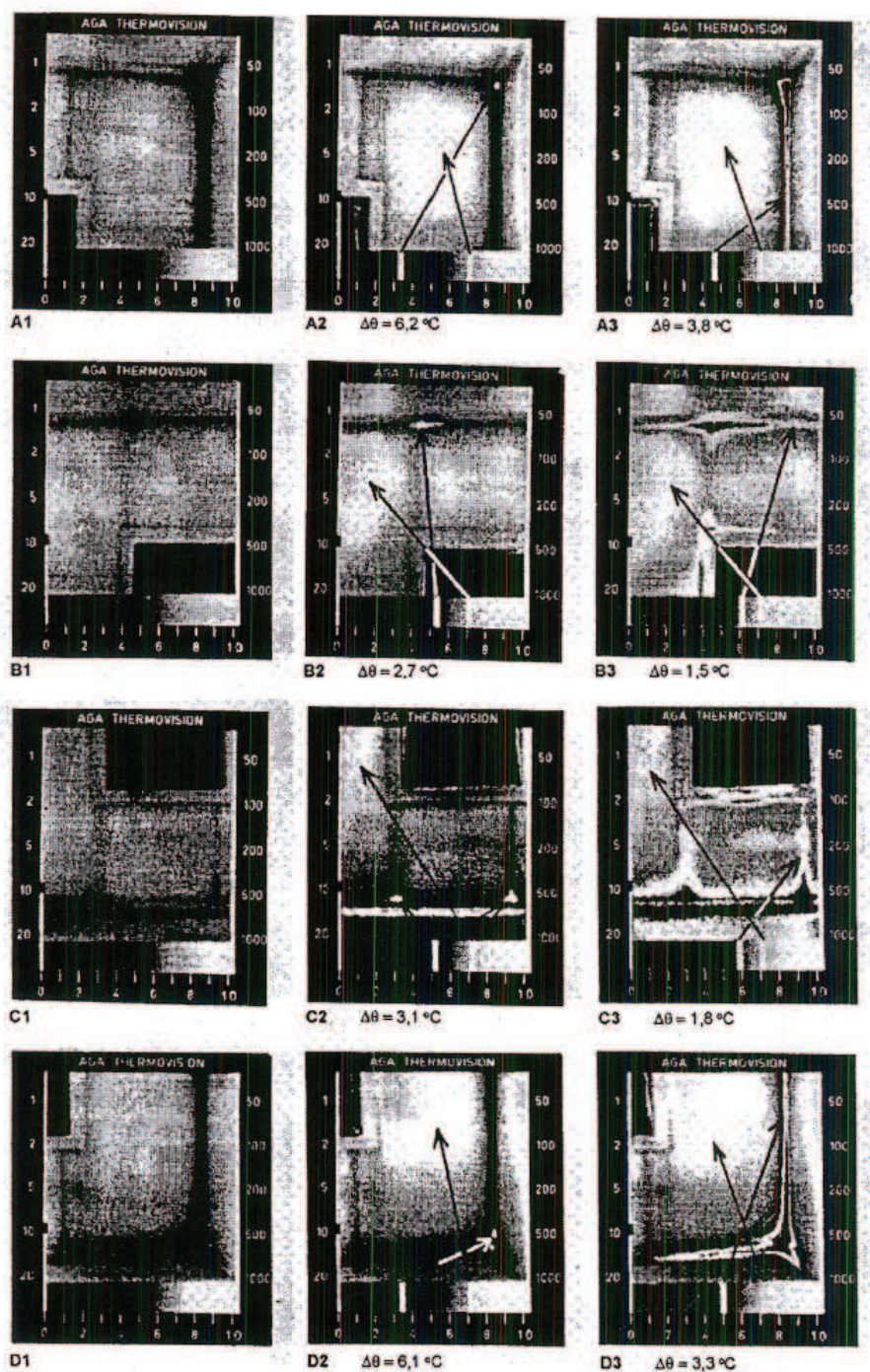
**Figura A.3- Posición de defectos realizados a propósito mostrados en los termogramas del anexo C.**

## Anexo B (informativo)

## Ejemplos de termogramas registrados en pared de montantes "sin defectos"

Lana de roca, 120mm de espesor. Diferencia de temperatura (interior-exterior),  $\theta_i - \theta_e = 26^\circ\text{C}$ . Diferencia de presión (interior-exterior),  $p_i - p_e = -50 \text{ Pa}$ .

Las flechas indican las isotermas correspondientes a las temperaturas que se muestran en la escala de temperatura relativa en cada imagen. Debajo de cada imagen isoterma, la diferencia de temperatura ( $\Delta\theta$ ) entre las isotermas se indica en grados Celsius.



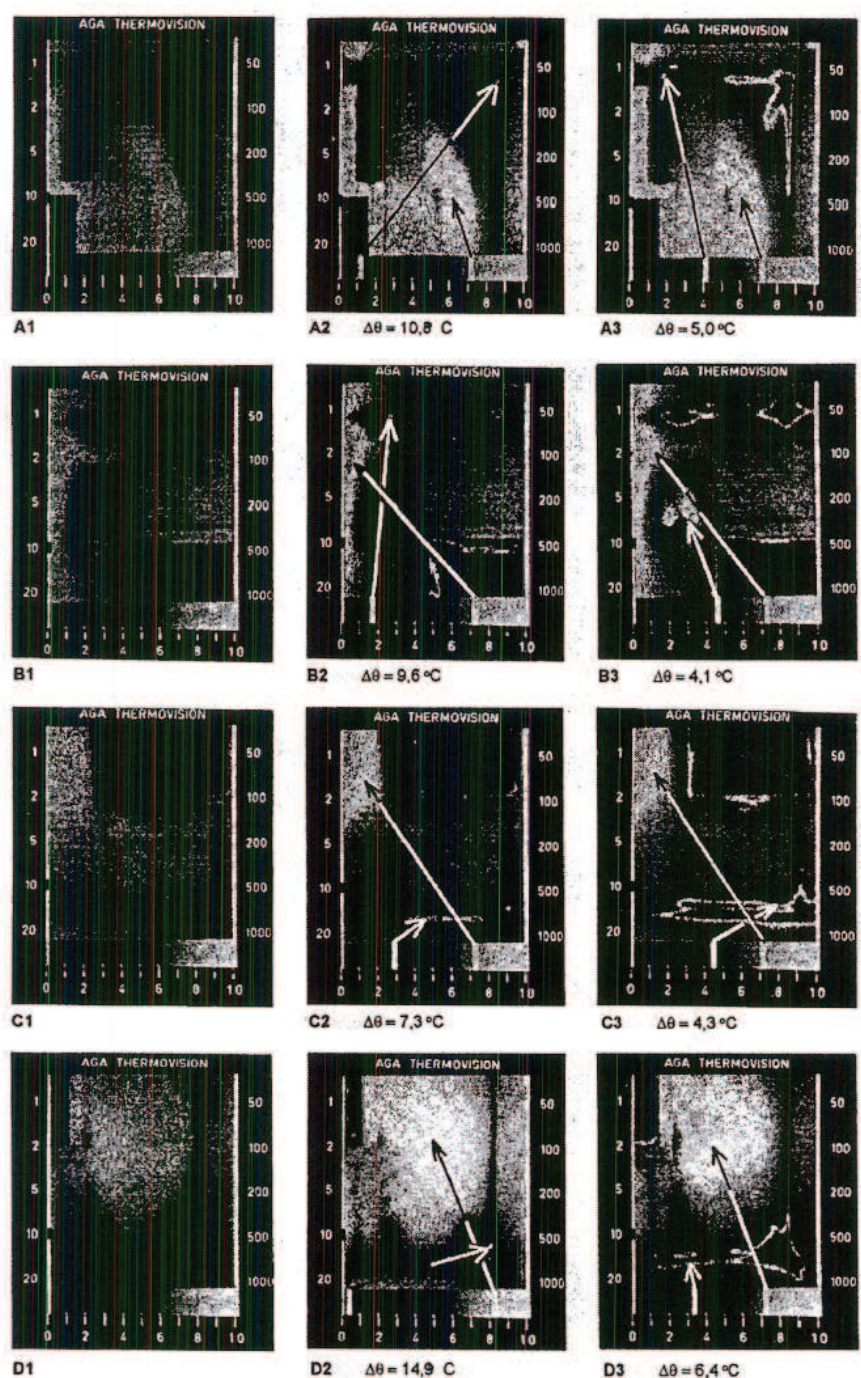


## Anexo C (informativo)

## Ejemplo de termogramas registrados en pared de montantes con defectos realizados a propósito.

Lana de toca, 120 mm de espesor. Diferencia de temperatura (interior-exterior),  $\theta_i - \theta_e = 26^\circ\text{C}$ . Diferencia de presión (interior-exterior),  $p_i - p_e = -50\text{ Pa}$ .

Las flechas indican las isotermas correspondientes a las temperaturas que se muestran en la escala de temperatura relativa en cada imagen. Debajo de cada imagen isoterma, la diferencia de temperatura ( $\Delta\theta$ ) entre las isotermas se indica en grados Celsius.



## Anexo D (informativo)

### Ejemplo del conjunto de requisitos para el ensayo

Los requisitos de la prueba en el presente anexo se adaptan a las condiciones climáticas específicas y tecnología de construcción de Escandinavia. Las condiciones especiales nacionales pueden justificar otros conjuntos de requisitos de prueba en otras regiones.

Para las condiciones de Escandinavia, los requisitos de los ensayos siguientes son tendentes a unas condiciones de estado estacionario para una estructura de construcción ligera **4)**, cuando los exámenes termográficos se lleva a cabo desde el interior.

- a) En las 24 horas previas a comenzar el examen, la temperatura del aire exterior no debe variar mas de  $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  de temperatura al inicio del examen.

Para estructuras pesadas con gran masa térmica, se debe dar una especial consideración a los efectos de acumulación de calor.

- b) En las 24 horas previas a comenzar el examen, y durante el examen, la diferencia de temperatura a lo largo de la envolvente del edificio no debe ser menos de la valor numérico  $3/U$ , donde  $U$  es el valor teórico de la transmitancia térmica del elemento del edificio en  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , pero nunca menor de  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- c) En las 12 horas previas al comienzo del examen, y durante el examen, las superficies de la envolvente a examinar no deben estar expuestas a radiación solar directa
- d) Durante el examen, la temperatura externa del aire no debe variar mas de  $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la temperatura interna no mas de  $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  de sus respectivos valores al comienzo del examen. Los efectos de las variaciones de temperatura durante el examen puede comprobarse mediante la superposición de la exploración final con la exploración inicial. Si hay un cambio menor de  $1\text{ o }2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , entonces los requisitos de la prueba se considerarán cumplidos.

Si el sistema sensor de redición infrarroja tiene una resolución mínima de  $0.3^{\circ}\text{C}$ , este conjunto de requisitos de prueba implicaría lo siguiente. Con una resistencia interna de la superficie  $R_{si} = 0.10\text{ m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{W}$ , un cambio en el valor de  $U$  del 50% puede ser detectado y con una resistencia interna de la superficie  $R_{si} = 0.10\text{ m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{W}$ , un cambio en el valor de  $U$  del 25% puede se detectado.

Si el examen se lleva a cabo a pesar de las desviaciones de estos requisitos de ensayo, esto debe ser tenido en cuenta en el examen y la evaluación de los resultados y se debe indicar en el informe termográfico.

**NOTA 4):** El tiempo para alcanzar condiciones de estado casi constante varía con las características de la envolvente exterior del edificio. Para la estructura de mampostería pesada, este tiempo puede ser de varios días. Alternativamente, puede ser ventajoso llevar a cabo el examen bajo condiciones no estacionarias.

## DOCUMENTO 3:

Planos de referencia:

- Plano general de Murcia 1896.
- Plano de las acequias de Murcia.
- Croquis de la huerta de Murcia y estadísticas de inundación.















## DOCUMENTO 4:

Fichas técnicas de instrumentación:

- Cámara termográfica NEC.
- Data Logger.
- Sonda de Temperatura.
- Anemómetro.

# Infrared Thermal Imager Thermo Tracer TH9100MR/WR

**Movie image recordable!! Easy measurement of fast changing objects.**



## High performance UFPA detector

Resolution: 0.02°C (TH9100MR at 30°C,  $\Sigma 64$ )  
Accuracy:  $\pm 2\%$  of reading or  $\pm 2^\circ\text{C}$

## Moving image recordable

Recording time:  
Approx. 27 sec (at 60 frames/sec)  
Approx. 55 sec (at 30 frames/sec)  
Approx. 166 sec (at 10 frames/sec)

## Multi-focus function

Performs edge detection of acquired images, while moving the focus, and fuses them into an image with deeper depth of field (Freeze-frame)

## Visual/thermal image fusion function

Measures visual and thermal images simultaneously and displays the fusion image for easy identification of thermal spots.  
Automatically corrects parallax of thermal and visual images.

## Real-time emissivity correction for multiple points

Emissivity can be set for up to 10 points (Patented)

## Reflective/transmissive color LCD

Clear and backup images can be obtained by reflected light at daytime and backup light at nighttime.

## Easy operation

Easy-to-use joystick control  
Multilingual menu: (English, French, German, Italian, Japanese, Korean, Portuguese, Russian, Spanish, Simplified Chinese and Traditional Chinese)  
Automatic functions: Level/sense/focus, Level trace & Auto gain control

## Voice recording

Voice memo can be recorded up to 30 seconds per image. A fresh reminder of the field condition.

## Robust design

Dust/splash-proof: IP54  
Shock-proof: 294m/sec<sup>2</sup> (30G)  
Vibration-proof: 29.4m/sec<sup>2</sup> (3G)



NEC Avio Infrared Technologies Co., Ltd.



# ALMEMO® MEASURING INSTRUMENTS

01

## ALMEMO® 2890-9

**Multi functionally measuring instrument and data logger with 9 measuring inputs, 2 outputs, for USB, RS232, Ethernet, analog**



### Technical features

- ▶ 9 ALMEMO® input sockets, electr. isol., for 9 ALMEMO® sensors 36 sensor chann., 4 additional internal function chann.
- ▶ 2 ALMEMO® output sockets for digital interfaces, analog output, trigger input, alarm contacts, memory card.
- ▶ High-speed, high-resolution A/D converter, 24-bit, 50 measuring operations per second  
Electr. isolated between measuring inputs and supply  
New measuring ranges Pt100, 0.000 to 65.000 °C.
- ▶ Ideal display with large, brightly illuminated graphics.
- ▶ Easy and convenient operation by means of 4 soft-keys, cursor block, and thumb-wheel Comprehensive menu system with wizards and help windows.
- ▶ 9 measuring menus (3 can be freely configured by user from range of 50 functions).
- ▶ Measured values can be displayed graphically in line diagram or bar chart form and from 1 to 20 measured values can be displayed numerically in various sizes.
- ▶ Measuring functions : Measured value, zero-setting, setpoint adjustment, maximum and minimum values stored with date and time-of-day, smoothing, average values over time or measuring points, limit value monitoring, cold junction compensation, temperature compensation, and atmospheric pressure compensation.
- ▶ 8 programming menus for easy-to-understand parametrization of cycles, times, memory, output modules, and power supply. Sensor programming with range, units, comments, scaling, error correction, etc.
- ▶ Option KL : Multi-point calibration, calibration data management, user-defined linearization, special ranges in the ALMEMO® connector, e.g. 0.000 to 50.000 Ω, NTC -5.000 to 46.000 °C, YSI 400, etc.
- ▶ 10 wizards for quickly and easily mastering otherwise complex configurations : Sensor scaling, two-point adjustment, calculation functions, and reference channels; Sensor programming for determining thermal coefficients and wet-bulb globe temperature (WBGT), alarm relay assignment, scaling, and analog output assignment.
- ▶ Choice of languages : German, English, French.
- ▶ EEPROM with capacity for 100,000 measured values, internally configurable as linear or ring memory.
- ▶ SLEEP mode for long-term recording.
- ▶ Memory connector with micro SD card and standard file format.
- ▶ Device software update via interface.

### Technical data

Measuring inputs	9 ALMEMO® input sockets, electr. isol. with semiconductor relay (50 V)
Channels	9 primary chann., maximum 32 additional chann. for double sensors and function chann. (e.g. differential values)
A/D converter	Delta-sigma 24-bit, 50 mea. op. p. sec., electr. isol. see Technical data, page 01.05
Sensor power supply	Recharg. battery 9 or 12 V, max. 0.5A Mains adapter 12 V, max. 0.3A
Outputs	2 ALMEMO® sockets for all output modules (analog, data, trigger, relay cables, memory, etc.)
<b>Standard equipment</b>	
Display	Graphics, 128x128 pixels, 16 rows Lighting, 5 white LEDs, 3 levels
Keypad	9 membrane keys (4 soft-keys), thumb-wheel
Memory	512-KB EEPROM (100,000 meas. values)
Date and time-of-day	Real-time clock, buffered with battery
<b>Power supply</b>	
Rechargeable batt. pack	6 NiMH rechargeable batteries, 1600 mA 2.5-hour high-speed charging, internal circuit
Mains adapter	ZB1112NA7 230V AC to 12 V DC, 1A, electrically isolated DC adapter cable, electrically isolated ZB2590-UK, 10 to 30 V, 1 A
<b>Current consumption without input and output modules</b>	
Active mode	approx. 37 mA
with lighting	approx. 45 to 100 mA
SLEEP mode	approx. 0.05 mA
Housing	(LxWxH) 204 x 109 x 44 mm ABS (maximum 70 °C), 550 g

Other general data see Technical Data, page 01.05

### Extent of the delivery

Order no.	
Data logger ALMEMO® 2890-9 in case including rechargeable battery pack and mains adapter for charging unit, Operating instructions, ALMEMO® Manual, manufacturer's test certificate, AMR-Control software	<b>MA28909</b>
Option KL (see pages 01.17 and 03.03)	
Multi-point calibration, special ranges	OA2890KL
Option R (see page 11.08)	
Temperature ranges for 8 coolants	SB0000R2
Option Q4 : 400 mops measuring rate (see 01.05)	SA0000Q4

### Accessories

DC adapter cable, 10 to 30 V DC, 12 V / 1 A, electrically isolated	ZB2590UK
Memory connector with micro SD card, including USB card reader (see page 04.03)	ZA1904SD
Analog output cable, -1.25 to 2.0 V, 0.1 mV / digit	ZA1601RK
Trigger and relay cable (2 relays, 1 ohm, 0.5A, 50 V)	ZA1006EKG
V24 data cable, electr. isol., max. 115.2 KB	ZA1909DK5
Ethernet data cable, electr. isol., max. 115.2 KB	ZA1945DK
Network cable, electr. isol., max. 115.2 KB	ZA1999NK5
Transport case, large (aluminum), see Chapter 07	ZB2590TK2
Network technology, Bluetooth modules, see Chapter 05	
Other general data see Technical Data, page 01.05	

03/2012 We reserve the right to make technical changes.

**AHLBORN**  
www.ahlborn.com

01.19

## D6

## HUMIDITY

## ALMEMO® D6

**Digital temperature / humidity sensors  
FHAD 46x with ALMEMO® D6 plug**

**Common technical features FHAD 46x**

- ▶ Digital capacitive humidity sensor with integrated signal processor
- ▶ All sensor characteristics and adjustment data are stored in the humidity sensor element itself.
- ▶ Humidity sensor element, plug-in. Replacement elements are inexpensive. A replacement can be fitted quickly and easily on site by virtually anyone. It will be fully accurate and need no special adjustment.
- ▶ **new:** Humidity calculation on the basis of formulae as per Dr. Sonntag and enhancement factor as per W. Bögel (correction factor  $f_w(t,p)$  for real mixed gas systems). This substantially widens the measuring range and improves the accuracy of humidity variable calculations.
- ▶ **new:** Humidity variable: Absolute humidity in  $g/m^3$
- ▶ The humidity variables are calculated from the primary measuring channels (real measurable variables). (depending on sensor type) (see "Technical features")
- ▶ Freely selectable measurable variables  
Four measuring channels are programmed (at our factory). (depending on sensor type) (see "Technical features")  
Various humidity variables can be selected.  
Temperature ( $^{\circ}C$ , T, t), Relative humidity (%RH, RH, Uw),  
Dew point ( $^{\circ}C$ , DT, td), Mixture (g/kg, MH, r), Absolute humidity ( $g/m^3$ , AH, dv), Vapor pressure (mbar, VP, e), Enthalpy (kJ/kg, En, h)  
This device can be configured on a PC using USB adapter cable ZA 1919 AKUV.  
(see "General accessories for ALMEMO® D6 sensors").

Other designs are available on request:

Sensor with PTFE filter cap FHAD 46-3  
Water-proof sensor  
Sensor plug connection IP67


**Digital temperature / humidity sensor  
FHAD 46-4AG in protective all-weather housing  
with integrated atmospheric pressure sensor in  
terminal box, cable length up to 100 meters  
with ALMEMO® D6 plug**

**Technical data and variants**

see section 13, page 13.12

**Common technical data FHAD 46x :**

Digital temperature / humidity sensor (including A/D converter)  
Operative range depending on sensor type

<b>Humidity</b>	
Measuring range	0 to 100 % RH
Sensor	CMOSens® technology
Accuracy	$\pm 1.8$ % RH in the range 10 to 90 % RH at nominal temperature
Hysteresis	typical $\pm 1$ % RH
Nominal temperature	+25 $^{\circ}C$
Sensor operating press.	Atmospheric pressure
Response time T63	typical 8 seconds at 25 $^{\circ}C$ and 1 m/s (without filter)

<b>Temperature</b>	
Sensor	CMOSens® technology
Accuracy	$\pm 0.3$ K at +25 $^{\circ}C$ $\pm 0.4$ K at +10 to +40 $^{\circ}C$ $\pm 1.3$ K at -20 to +80 $^{\circ}C$
Reproducibility	typical $\pm 0.1$ K
Response time T63	typical 20 seconds (without filter)

**ALMEMO® connecting cable**

PVC, For lengths, see variants with ALMEMO® D6 plug

**ALMEMO® D6 plug**

Refresh rate	2 seconds for all four channels
Supply voltage	6 to 13 VDC
Current consumption	12 mA

**General features and accessories, ALMEMO® D6 sensors:** see ALMEMO® D6 overview

Macro-sonda para el anemómetro multifunción		
Sonda de aire para el MiniAir20 / MiniWater20	Macro 95.0014	Macro 95.0031
Rango de medición	0,2 ... 20 m/s	0,3 ... 40 m/s
Precisión	±1,0% del valor final ±1,5% del valor de la medición	±1,0% del valor final ±1,5% del valor de la medición
Rango de temperatura	-20 ... +140 °C	-20 ... +140 °C
Precisión	±0,5 °C	±0,5 °C
Temperatura operativa	-30 ... +140 °C	-30 ... +140 °C
<b>Especificaciones generales</b>		
Dimensión del cabezal	Ø 85 x 80 mm	
Longitud del sensor	235 mm	
Longitud del cable	1,5 mm	
Temperatura de almacenamiento	-65 ... +150 °C	





# DOCUMENTO 5:

## -Memoria descriptiva del proyecto original.



Comandancia de Ingenieros de \_\_\_\_\_

PLAZA DE \_\_\_\_\_

# MEMORIA DESCRIPTIVA

AÑO DE 192 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
DOCUMENTO NÚM. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## PROYECTO DE CUARTEL PARA UN REGIMIENTO DE INFANTERIA EN N U R C I A

## M E M O R I A

## I N D I C E

	<u>PAGINAS.</u>
CAPITULO 1º Estudio del proyecto en general.	1
1- Necesidad de la obra.	1
2- Ordenes recibidas.	1 al 5
3- Descripción de la localidad.	5 al 6
4- ... de la solución elegida.	6 al 11
CAPITULO 2º Materiales de construcción y su empleo.	11
1- Rellenos y naturaleza del terreno.	11
2- Materiales diversos.	11
3- Morteros y hormigones.	11
4- Cimientos.	11
5- Diferentes clases de construcciones de fábrica	12 al 13
CAPITULO 3º Descripción y cálculo de los elementos que constituyen las obras.	14
1- Desmontes y terrapienes.	14
2- Cimientos.	14 al 18
3- Muros, cargaderos y tabiques.	18
4- Suelos.	18 al 23
5- Escaleras.	23 al 30
6- Cubiertas.	30 al 32
7- Puertas y ventanas.	32
8- Abastecimiento de aguas.	32 al 37
9- Ventilación.	37
10- Alambrados.	38
11- Obras de saneamiento.	38
12- ... de ornamentación.	38
CAPITULO 4º Medios auxiliares y datos complementarios	38
1- Medios auxiliares.	38
2- Materiales utilizables.	38
3- Orden de preferencia.	38 al 39
4- Duración de las obras.	39
5- Sistema de ejecución mas convenientes.	39
CAPITULO 5º Datos estadísticos.	39

1

COMANDANCIA DE INGENIEROS DE  
 CARTAGENA  
 PLAZA DE MURCIA. +

PROYECTO DE CUARTEL PARA UN REGIMIENTO DE INFANTERIA.

MEMORIA DESCRIPTIVA

Capítulo 1º

Estudio del proyecto en general.

1.- Necesidad de la obra.-

Indicada ya en el tanteo que se remitió á la Superioridad, á causa del plan general de acuartelamiento se ordenó que el regimiento de Infantería de Sevilla nº 33 viniese de guarnición á esta Plaza y no disponiendo en la misma de local adecuado para alojamiento ni provisional ni definitivo es necesario construir un Cuartel de nueva planta para el alojamiento del mismo en el solar ofrecido por el Excmo. Ayuntamiento entre la Calle de Cartagena y el río Segura.

2º- Ordenes recibidas-

Hay un membrete que dice .- Comandancia de Ingenieros .- Cartagena .- número 394 .- Para cumplimentar la R. O. de 28 de mayo último (D.O. número 113) se servirá V. formular en el menor plazo de tiempo que pueda el proyecto de Cuartel para el Regimiento de Infantería Sevilla número 33, en el solar situado en la calle de Cartagena de Murcia, ofrecido por el Ayuntamiento de dicha Ciudad y aceptado por R. O. de 12 de mayo del corriente año (D. O. núm. 107) .- La plantilla del mencionado Regimiento, como divisionario, es la señalada en el estado que se inserta a continuación de la R. O. Circular de 11 de enero próximo pasado (C. L. núm. 14), ampliada con la sección de música que según las dos reales Órdenes circulares de 10 de junio de 1919 (D. O. núm. 133)



E. ordenar Comandancia Ingenieros Cartagena formule proyecto proponiendo construcción por gestión directa de un edificio del tanteo definitivo cuyo importe no llegue a doscientas cincuenta mil pesetas, para el alojamiento provisional de parte regimiento Sevilla en solar cedido por Ayuntamiento Murcia .- De A. O. comunicada por el Señor Ministro de la Guerra lo digo a V. E. para su conocimiento y demás efectos, en confirmación del referido telegrama, devolviendo al mismo tiempo el proyecto de alojamiento provisional del regimiento de Infantería Sevilla en Murcia que V. E. cursó á este Ministerio con escrito de 12 de julio próximo pasado, para su archivo en la Comandancia de Ingenieros que lo formuló .- Lo traslado a V. E. con inclusión del proyecto que se cita, para su cumplimiento" .- Y yo á V. para su conocimiento y cumplimiento como continuación a mi escrito núm. 430 de fecha 19 de agosto último.- Dios guarde a V. muchos años.- Cartagena 7 de septiembre de 1919 .- El Coronel, Ingeniero Comandante .- Alfonso Garcia .- Rubricado .- Señor Capitán del cuerpo Don Tomás Moreno Lázaro .- Murcia.

Siendo una parte del proyecto definitivo de Cuartel el que ha de desglosarse para hacerlo por gestión directa, hemos considerado preferible, el hacer desde luego el proyecto total, y que la superioridad decida con el total á la vista.

### 3a-Descripción de la localidad

El solar sobre el que ha de ir emplazado el Cuartel que nos ocupa está situado al E. de la población y dentro de ella; mide una superficie de 65.694'50 metros cuadrados; linda por el N. O. con el rio Segura por el S. y S. E. con la calle de Cartagena, y por los otros lados con huertas de particulares tiene la forma de un polígono irregular de quince lados y está como puede verse en el plano de situación (hoja 1) cerca de la Estación del ferrocarril y de la carretera de Alcantarilla, nudo de comunicaciones de la provincia. El terreno está en la actualidad dedicado a huertas y dotado de varios

6

de varios cauces de agua dulce para el riego, de los cuales hay que respetar el llamado aceo uia de Almohajar, que se ve indicado en los planos y en el cual se proyecta un nuevo cauce rectificado para hacerlo más corto, y cubierto para evitar accidentes, y como linda con el río Segura, del cual le separa solamente un camino de sirga, está en buenas condiciones, tanto para abastecerse de agua, como para evacuar las residuales y excreta al río.

La superficie del solar es sensiblemente horizontal, siendo necesario elevar la cota general la cantidad indicada en los perfiles (hoja nº 1) y sobre la resultante aún se proyecta elevar el piso de algunos pabellones para evitar la humedad. El subsuelo está formado por una capa de tierra vegetal de 1,50 metros de altura y arena y acarreo mezclados con légamos, no siendo factible hacer la cimentación a más de 1 kilogramo á 1.500 kilogramos por centímetro cuadrado de presión sobre el terreno, y como por otra parte el profundizar buscando firme de grava y arena limpia, sería muy costoso por la zanja con estibación y agotamiento necesario y la profundidad a que se encuentra dicha capa, que no es de todos los puntos es igual, pero que por término medio es de 7,00 metros por lo cual se resuelve el problema cimentado sobre losa continua de hormigón armado.

42-Descripción  
de la solución elegida

Con arreglo á las observaciones hechas por el Excmo. Señor Comandante General, y por la Comisión, á los tanteos remitidos, y que anteriormente se copian, se ha desarrollado el proyecto, sin entrar en otras soluciones, y observando en todo á ser posible las instrucciones generales dadas por la Comisión para estos proyectos.

En el plano de planta general de edificios pueden verse las dimensiones y colocación de los mismos, cuya descripción exponemos á continuación. Solo son objeto de este proyecto las dependencias necesarias para el alojamiento de tropa, ganados

- 32 -

$$P = \frac{940 \times 6,44}{55225 \times 6,44} = 977,90$$

$$1 \quad 0,000156 \times \frac{10,68}{10,68}$$

TIRANTES Nº 10 y 13,, p = 1630,,

Dos pletinas de 18 x 4 = 72 m/m2,,  $R = \frac{P}{\omega} = \frac{1630}{124} = 11,32$

TIRANTES Nº 6 y 14 De las mismas dimensiones que el 2 y con análoga organización. Al 14 se da un punto de apoyo en el centro por una cabilla de 10 milímetros en forma de pendolón.

ENLISTONADO. Se hará con hierros en escuadra, colocados directamente sobre los pares de las cerchas, Como la separación entre las cerchas es de 1,50 metros, emplearemos escuadras de

60 x 45 en las que  $\frac{I_P}{Z_1} = 2,51,, \quad \frac{I_D}{Z} = 4,15,, \quad P = 89,,$   
 $P' = 56,, \quad M'_0 = 16,69,, \quad M'_0 = 10,50 \text{ y } R = \frac{16,69}{2,51} + \frac{10,50}{4,15} =$

6,65 + 2,45 = 9,10 siendo P el peso que recibe la escuadra y P' = la componente normal a la vertiente y P'' = la idem paralela a la idem.

El resto de las cerchas de los demás pabellones se han calculado de modo análogo, y en las (figuras 96 a 127 hoja 5) están los graficos de los de todas las luces emplendns.

72 Puertas y  
ventanas...

Se construirán con madera de pino de primera, detallándose en el estado de dimensiones y pliego de condiciones facultativas todo lo referente a obras de carpintería.

80 Abastecimien  
to de aguas.

Este se proyecta elevando por medio de un grupo hidroeléctrico el agua de un pozo artesiano (figura 2 hoja 1ª) a un depósito de hormigón armado situado sobre castilletes del mismo material en 16 (figuras 131 a 139 hoja 6) de 20 metros de elevación y de la cabida que luego detallamos, desde el cual parte la Red de distribución a los pabellones, baños, retretes, cocinas y bocas de riego.

La cabida del depósito debe ser la suficiente para un día de consumo cuando menos, vamos a calcular esta. Suponiendo un co



- 33 -

sumo de 50 litros diarios por soldado y 40 por cabeza de ganado, son 52400 litros mas limpieza de carros y locales, más riego de calles pues los jardines se riegan de pie, son unos 47600 litros, o sea un total de 100.000 litros, en numeros redondos.

Para esto se proyecta un depósito elevado de hormigón armado de 100,000 litros de capacidad, sobre castillete de 20 metros de altura. Un grupo elevador compuesto de motor y bomba centrífuga de alta presión directamente acoplados capaz de elevar 15.000 litros por hora a 25 metros de altura manométrica total eleva el liquido al depósito citado.

Del depósito parte una tubería de distribución que se bifurca, como indican los planos para todos los servicios.

Calculo de CALCULO DEL CASTILLETE Y DEPOSITO. Escogemos para el depósito la losa de hormigón armado de 6'5 metros de diametro interior y 3 metros de altura. Este depósito irá sobre un castillete de hormigón armado de 20 metros de altura que con los 3 del depósito hacen 23, suficiente para tener presión en todos los pisos del Cuartel y en la planta baja para regar patios con agua a presión y baldeo de locales.

CASTILLETE CIMENTO. La carga total será de 100.000 kgs. de agua mas el peso de la obra. cimientos y depósito que son unos 200.000 kgs. total. Suponiendo una losa de hormigon armado corona de 10.00 metros diámetro exterior y 3 metros diámetro interior, que tiene un superficie de asiento de 714.714 cm<sup>2</sup>. luego la presión por cm<sup>2</sup>. de terreno será de 0'420 kgs. que es buena para el terreno sobre el que se piensa elevar la obra.

Para el cálculo de la losa de cimentación (Planat. pag. 413) tendremos, que como la obra sobre 8 pilares y el peso total, sin ella es de 200.000 kgs. cada pilar cargará 25.000 kgs. =  $\frac{200.000}{8}$

## DOCUMENTO 6:

-Memoria descriptiva del proyecto del Muro de contención.

Comandancia de Ingenieros de

M U R C I A

Nº 2

PLAZA DE M U R C I A

Proyecto de construcción de un muro de contención en el frente del río Segura  
para proteger el Cuartel de Infantería de "Jaime el Conquistador"

# MEMORIA DESCRIPTIVA

AÑO DE 1924

DOCUMENTO NÚM. 1



## PLAZA DE MURCIA

Proyecto de construcción de un muro de contención en el frente del río Segura para proteger el Cuartel de Infantería de "Jaime el Conquistador".

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### CAPÍTULO 1º

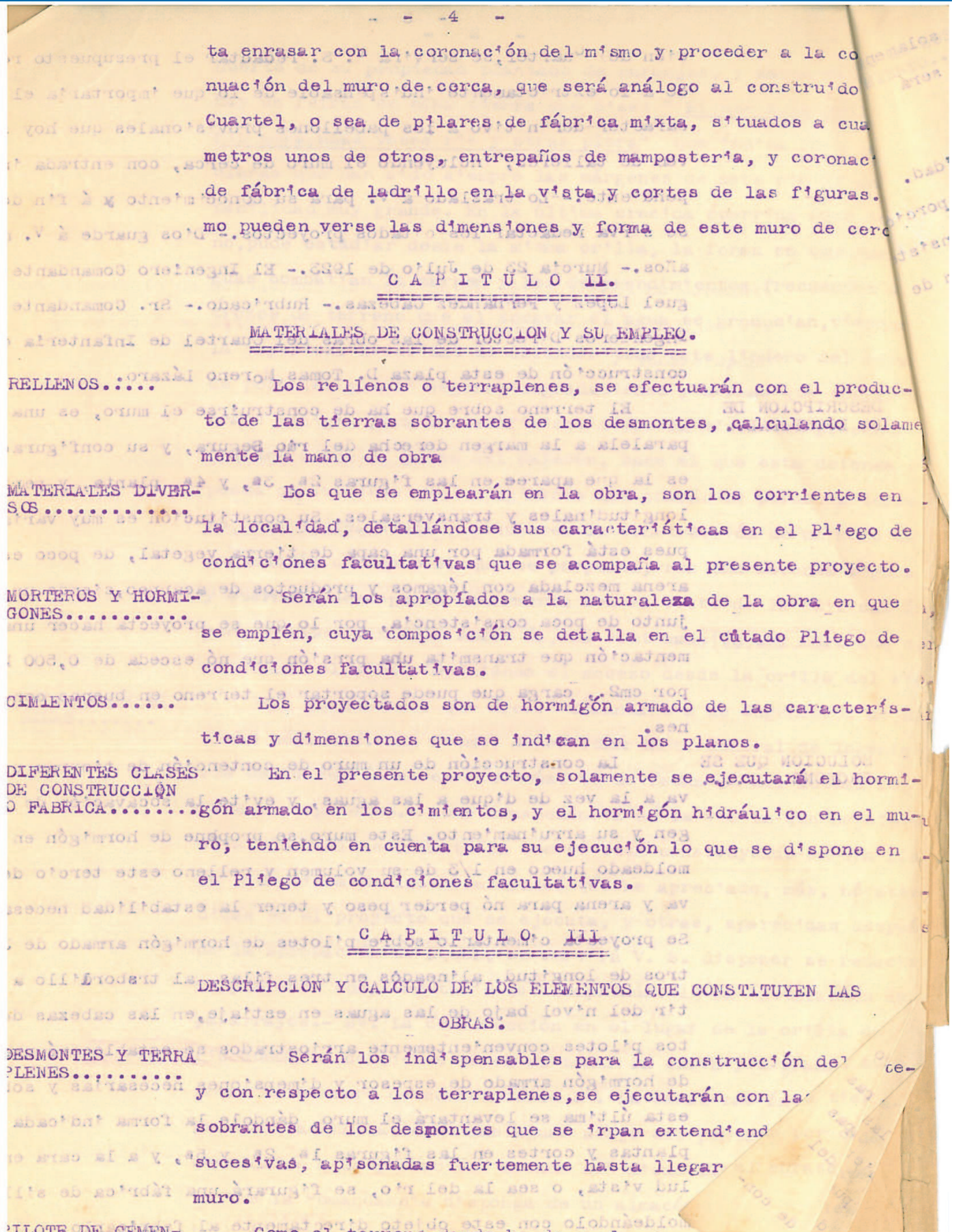
#### Estudio del Proyecto en general.

##### 1.- NECESIDAD DE LA OBRA.....

El solar cedido a Guerra por el Excmo. Ayuntamiento de esta Capital, sobre el cual se construye el Cuartel de Infantería de "Jaime el Conquistador", linda al N, O. con el río Segura en un frente cuadrado de 230 metros de longitud formado por dos líneas que forman una concavidad y que eran paralelas a la margen del río al ser replanteado el solar sobre el terreno, pero en los dos inviernos que lleva de construcción el Cuartel, las crecidas del río, por la configuración de la margen derecha que nos ocupa, vienen produciendo socavaciones que originan desprendimientos de tierras de dicha margen y que en los dos años citados, en el punto mas combatido por el encuentro de la corriente, han llegado a ser de mas de cuatro metros, hasta el punto de llevarse un pequeño camino de sirga y mas de dos metros de solar.

Es proverbial en este río, el que sus márgenes sean muy variables, sufriendo a veces en poco tiempo variaciones de importancia y el Ingeniero que suscribe tiene recuerdo nó grato, pues de la margen opuesta y un poco aguas arriba del punto que nos







de ladrillo en la vista y cortes de las figuras.

no pueden verse las dimensiones y forma de este muro de cerco

## CAPÍTULO II.

### MATERIALES DE CONSTRUCCION Y SU EMPLEO.

#### RELLENOS.....

Los rellenos o terraplenes, se efectuarán con el producto de las tierras sobrantes de los desmontes, calculando solamente la mano de obra

#### MATERIALES DIVERSOS.....

Los que se emplearán en la obra, son los corrientes en la localidad, detallándose sus características en el Pliego de condiciones facultativas que se acompaña al presente proyecto.

#### MORTEROS Y HORMIGONES.....

Serán los apropiados a la naturaleza de la obra en que se emplén, cuya composición se detalla en el citado Pliego de condiciones facultativas.

#### CIMENTOS.....

Los proyectados son de hormigón armado de las características y dimensiones que se indican en los planos.

#### DIFERENTES CLASES DE CONSTRUCCION

#### ABRICA.....

En el presente proyecto, solamente se ejecutará el hormigón armado en los cimientos, y el hormigón hidráulico en el muro, teniendo en cuenta para su ejecución lo que se dispone en el Pliego de condiciones facultativas.

## CAPÍTULO III

### DESCRIPCION Y CALCULO DE LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LAS OBRAS.

#### ERRA

Serán los indispensables para la construcción de y con respecto a los terraplenes, se ejecutará con las sobrantes de los desmontes que se irán extendiendo sucesivas, apisonadas fuertemente hasta llegar a la vista.

Como el terreno donde ha de emplazarse





## DOCUMENTO 6:

### -Inventario del PATRIMONIO AR- QUITECTÓNICO de interes Histórico Artístico.

30.241

13

MINISTERIO DE CULTURA  
Dirección General del Patrimonio Artístico, Archivos y Museos

# Inventario del PATRIMONIO ARQUITECTONICO de Interés Histórico Artístico

CUARTEL de JAIME EL CONQUISTADOR  
CALLE CARTAGENA  
MURCIA

CUESTIONARIO DE RECOGIDA DE DATOS ELEMENTOS

Madrid, 1979





Localidad: MURCIA

Monumento: CUARTEL DE JAIME I

N.º Inventario Nal.:

Fecha declaración:

Caracter:

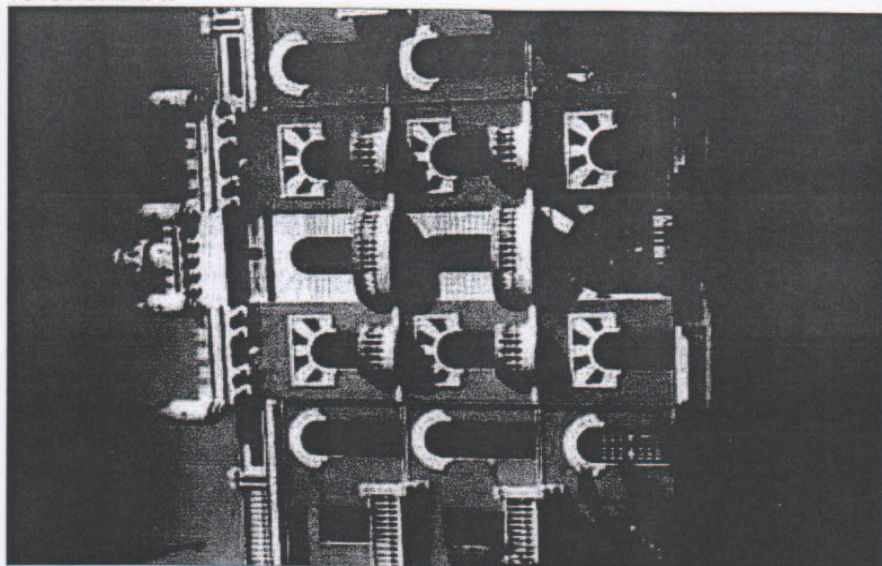
Localización en el mapa: F - 5



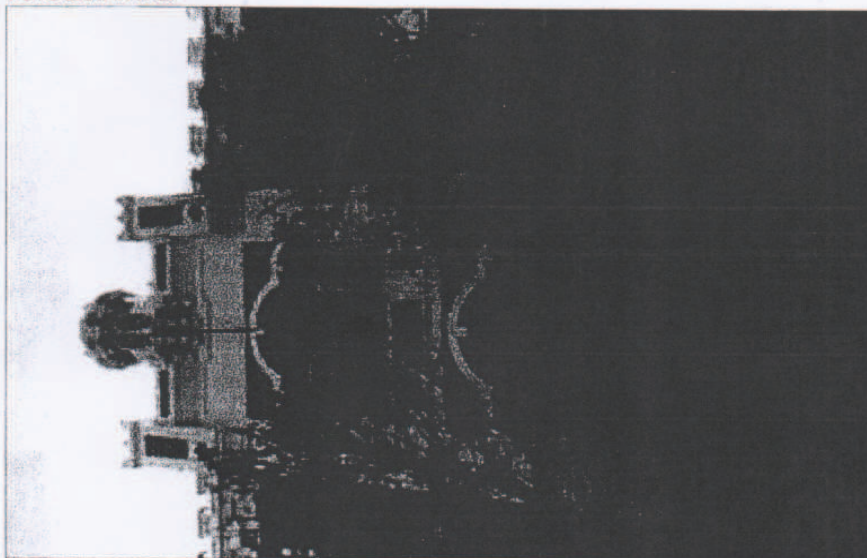
### DESCRIPCION

- Se encuentra situado en la calle de Cartagena y es un complejo de edificaciones militares de estilo ecléctico de principios de siglo.
- Conjunto formado por <sup>6</sup>cinco pabellones en torno a un patio central de armas, junto con un depósito de agua bellamente decorado con azulejería.-

FOTOGRAFIA N°1:



FOTOGRAFIA N°2:



N° DE HOJA: 17-14

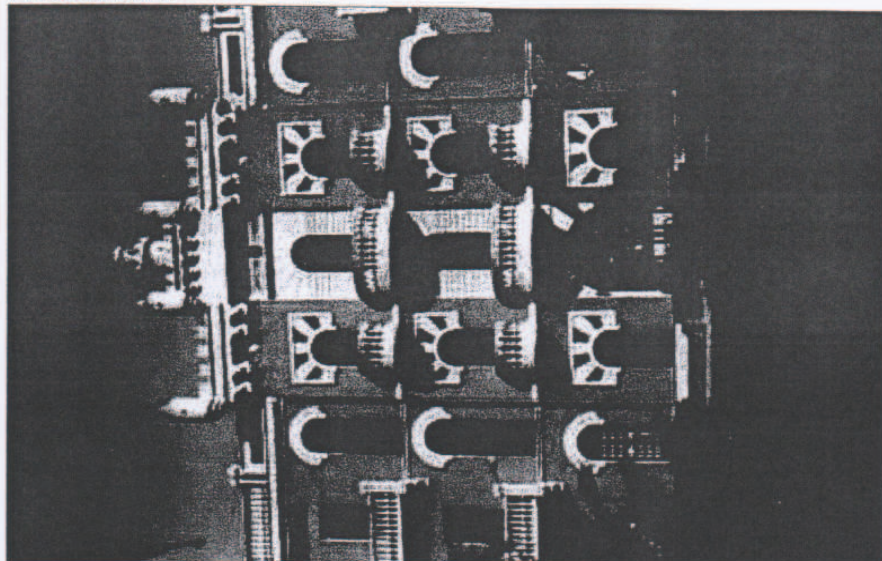
ESCALA: 1:2000

N° Catalogo

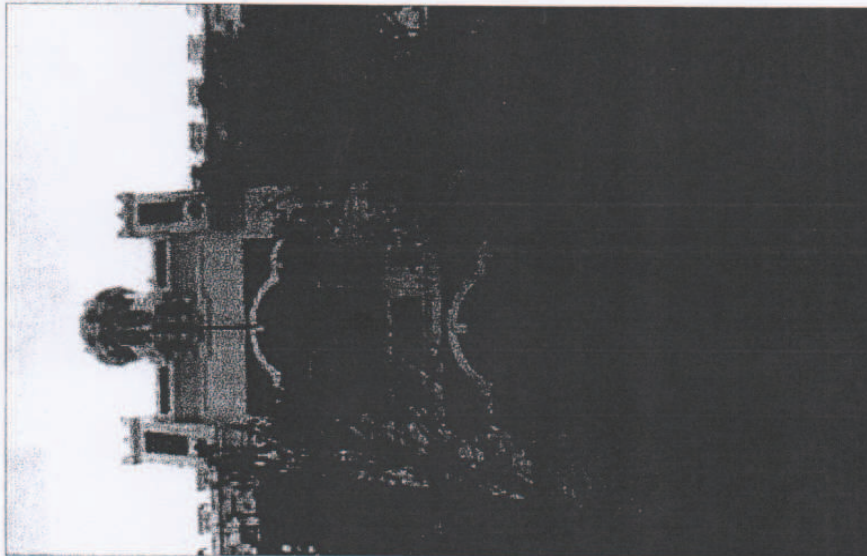
2ED-Mc19



FOTOGRAFIA N°1:



FOTOGRAFIA N°2:



N° DE HOJA: 17-14

ESCALA: 1:2000

N° Catalogo 2ED-Mc19



